

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Вплив транспортних потоків на стан навколишнього середовища міст

Оцінка впливу автомобілізації на навколишнє середовище повинна враховувати те, що за останні два десятиліття масштаби антропогенної діяльності значно зросли і в окремих регіонах земної кулі вже співвіднесені з величиною природних ресурсів. Прямий негативний вплив транспортної системи виявляється в підвищеному шумові, різноманітних випромінюваннях, викиді шкідливих речовин і дорожньо-транспортних пригодах [2, 3].

Наслідки негативного впливу автомобілізації почали досліджуватися з 60-х рр. ХХ століття, коли масштаби розвитку транспорту почали впливати на природне середовище, віднесли процес зростання кількості автомобілів до ряду найбільш екологічно небезпечних явищ у діяльності людства.

При будівництві автомобільних доріг характерним є виникнення в природному середовищі екологічного бар'єра, межової лінії, яка ускладнює багато природних процесів у навколишній природі таких, як пересування тварин і втрата рівноваги (навігації) у птахів [4].

Зменшення впливу автомобілів на природне середовище та людину можливе за рахунок досконального вивчення проблеми, дотримання екологічних принципів проектування автомобільних доріг, адже від правильності запроектованої автомобільної дороги, врахування екологічних факторів проектування залежить рівень дії транспорту на навколишнє середовище. Застосування новітніх матеріалів для спорудження автомобільних доріг. Італійська фірма «Італ-Сементів» після десяти років наукових досліджень розробила дорожнє покриття, яке очищає повітря від автомобільних вихлопних

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			<i>Аналітичний огляд</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					11	
<i>Консульт.</i>						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

газів. Це асфальтобетони з домішкою наночастинок двоокису титану. Під дією сонячних променів хімічно активна домішка перетворює незгорілі вуглеводні, чадний газ, оксиди азоту і сірки у воду, вуглекислий газ та тверді солі [4].

В ряді наукових праць [5 - 10] запропоновано перелік узагальнених заходів, що дозволяють знизити вплив транспорту на навколишнє середовище, а саме:

- вдосконалення нормативно-правової бази для забезпечення екологічної безпеки (сталого розвитку) промисловості та транспорту;

- створення екологічно безпечних конструкцій об'єктів транспорту, експлуатаційних, конструкційних, будівельних матеріалів, технологій виробництва; - розробка ресурсозберігаючих технологій захисту навколишнього середовища від транспортних забруднень;

- розробка алгоритмів і технічних засобів моніторингу навколишнього середовища на транспортних об'єктах і прилягаючих до них територіях, методів управління транспортними потоками для збільшення пропускної здатності дорожньої та вулично-дорожньої мережі у великих містах;

- вдосконалення системи управління природоохоронною діяльністю на транспорті.

У відпрацьованих газах двигунів автомобілів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Через таке різноманіття і складність ідентифікації окремих з'єднань до розгляду звичайно приймаються найбільш представлені компоненти чи їхні групи [11].

Крім прямого негативного впливу на людину викиди від автотранспорту наносять і непрямую шкоду. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння палива - діоксида вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект) [12].

Сполуки сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів автомобілів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у виді "кислотних" дощів [13].

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Зараз уже доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість [14, 15].

Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є [16, 17]: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів.

Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (наприклад, через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є [18]: низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів; малі обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному і нерівномірному згорянні палива. Всього 15% його витрачається на рух автомобіля, а 85% «Летить на вітер». До того ж камери згорання автомобільного двигуна – це своєрідний хімічний реактор, що синтезує отруйні речовини і викидає їх в атмосферу [19].

Рухаючись зі швидкістю 80 - 90 км/год. в середньому автомобіль перетворює на CO_2 стільки ж кисню, скільки 300-350 чоловік. Річний вихлоп одного автомобіля - це 800 кг окису вуглецю, 40 кг окислів азоту та більш 200 кг різних вуглеводнів [20].

Відомі випадки трагічної загибелі людей, запускали двигуни автомобілів при закритих воротах гаража. В односторонньому гаражі смертельна концентрація окису вуглецю виникає вже через 2-3 хвилини після включення стартера [21, 22].

Рівень загазованості магістралей і прилеглої території залежить від інтенсивності руху автомобілів, ширини і рельєфу вулиці, швидкості вітру,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

частки вантажного транспорту та автобусів в загальному потоці та інших факторів [23].

При інтенсивності руху 500 транспортних одиниць на годину концентрація окису вуглецю на відкритій території на відстані 30-40 м від автомагістралі знижується в 3 рази і досягає норми [24].

Утруднено розсіювання викидів автомобілів на тісних вулицях. У результаті практично всі жителі міста відчують на собі шкідливий вплив забрудненого повітря.

На швидкість поширення забруднення і концентрацію його в окремих зонах міста значно впливають температурні інверсії, як правило, при штильової погоді (75% випадків) або при слабких вітрах (від 1 до 4 м/с) [21 - 23].

Інверсійний шар виконує роль екрана, від якого на землю відбивається факел шкідливих речовин, в результаті чого їх приземні концентрації зростають у декілька разів.

З сполук металів, що входять до складу твердих викидів автомобілів, найбільш вивченими є сполуки свинцю. Це обумовлено тим, що сполуки свинцю, потрапляючи в організм людини і теплокровних тварин з водою, повітрям і їжею [24, 25].

До 50% денного надходження свинцю в організм припадає на повітря, в якому значну частку становлять відпрацьовані гази автомобілів [25].

Огляд і аналіз інформаційних джерел [26 - 33] з проблем екологізації автотранспортного комплексу дозволяє зробити наступні висновки:

- автомобільний транспорт є основним забруднювачем територій міст і міських агломерацій і, зокрема, окремих локальних територій;
- проблеми оцінки ступеня впливу транспорту на навколишнє середовище досліджені недостатньо, підходи, що існують, в основному унікальні за критерієм застосованості;
- не виявлено досліджень взаємодії автомобілів у транспортному потоці і пов'язаних із цим змін кількості викидів шкідливих речовин;

						<i>PM.00.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

- недостатньо досліджена проблема застосування критеріїв мінімізації шкідливого впливу при оптимізації перевезень;
- недостатньо пророблена законодавча база в галузі охорони навколишнього середовища при функціонуванні транспортного комплексу;
- відсутня система економічного регулювання екологічно спрямованої діяльності автоперевізників;
- існуюче методичне забезпечення для вибору оптимального маршруту руху засновано на мінімізації витрат у процесі перевезення вантажів та пасажирів, однак не представлена адекватна економічна оцінка ступеня забруднення навколишнього середовища при функціонуванні парку вантажних автомобілів та автобусів.

На основі аналізу [34 - 47] основна проблема екології автомобільного транспорту на сьогодні істотний знос автомобільної техніки - майже сімдесят відсотків автомашин застаріли і при роботі їх двигунів викидають масу шкідливих речовин. Інша причина низька якість виробленого вітчизняного бензину. Тому необхідно розробляти нові шляхи вирішення даної проблеми і вдосконалити старі.

Також згідно [48 - 53] наслідком постійного зростання числа автотранспортних засобів веде до перевантаження вулично-дорожньої мережі, зростання числа заторів і утруднення парковки, зниження швидкостей руху і як наслідок збільшення викидів, що забруднюють атмосферу міста. Крім хімічного забруднення атмосферного повітря для транспорту характерні й інші види негативної дії на середовище проживання людини.

Так, більшість викидів токсичних речовин в міське середовище зосереджуються на поверхні ґрунту, де відбувається їх поступове депонування, що веде до зміни хімічних і фізико-хімічних властивостей субстрату [49 - 53].

Найбільш серйозна екологічна проблема асоційована з транспортом згідно [54] емісія в повітря від автомобілів збільшилася за період 1990-2000 р. на 20-75%, від 40 до 70% оксидів азоту, від 70 до 90% окису вуглецю (CO) і не менше

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

50% свинцю в атмосфері викликані вихлопом автомобілів. Наслідки забруднення повітря стають найважливішою глобальною геоекологічною проблемою.

У поверхневі водойми зі стічними водами від підприємств автотранспортного комплексу і від зливової каналізації надходять, в основному, нафтопродукти і зважені речовини. У поверхневих стоках з проїжджої частини автомобільних доріг містяться, крім зважених часток і нафтопродуктів, важкі метали (свинець, кадмій і ін.) є хлориди, які в зимовий період застосовуються для боротьби з ожеледицею. У середньому річний скидання хлоридів за межі доріг зі стоками і снігом становить близько 500 тис. т. Крім того, в навколишнє середовище надходить щорічно близько 35 тис. т сажових частинок в результаті стирання автомобільних шин на дорогах [55].

Забруднення повітря впливає на людину і навколишнє середовище. Матеріальний збиток, викликаний забрудненням повітря автомобільним транспортом, важко оцінити. При інтенсивній урбанізації і зростанні мегаполісів автомобільний транспорт став самим несприятливим екологічним фактором в охороні здоров'я людини і навколишнього середовища. За оцінками фахівців щорічні сумарні викиди автотранспорту становлять 400 млн. т., Серед яких близько 27 млн.т. оксидів вуглецю (CO), 2,5 млн.т. вуглеводнів (C_nH_m), 9 млн.т. оксидів азоту (NO_x), 200-230 млн.т. вуглекислого газу (CO_2). Рівень забруднення повітря уздовж міських автошляхів оксидами вуглецю (CO) досягає 3 - 5 ГДК, а оксидами азоту (NO_x) 15 - 25 ГДК. Така ж напружена екологічна ситуація і в більшості країн Європи [56 - 67].

Виділення токсичних речовин - продуктів неповного згорання і оксидів азоту (NO_x) в циліндрі двигуна в процесі згорання відбувається принципово різними шляхами. Перша група токсичних речовин пов'язана з хімічними реакціями окиснення палива, що перебігають як в предпламенний період, так і в процесі згорання - розширення. Друга група токсичних речовин утворюється при з'єднанні азоту та надлишкового кисню в продуктах згорання [68 - 77].

Викид NO_x з відпрацьованими газами, відповідно до класичної теорією утворення оксидів азоту, залежить від температури в камері згорання двигунів

																				Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата																	

PM.00.01.ПЗ

внутрішнього згоряння. Чим більше навантаження двигуна, тим вища температура в камері згоряння, і відповідно більше викид оксидів азоту. Крім того, зі зменшенням установочного кута впрыску палива можна істотно знизити виділення оксидів азоту, але при цьому значно погіршуються показники потужності та економічні показники роботи дизеля [78, 79].

Ще одна екологічна проблема, яку створює транспорт – це забруднення ґрунтів [80]. Дослідження ґрунтів в зоні впливу транспортних магістралей показало, що приблизно в 15% проб були перевищені гранично допустимі концентрації важких металів. У той же час зменшилася кількість проб, що не відповідають гігієнічним нормативам за мікробіологічними показниками.

Негативний вплив автомобільного транспорту на ґрунтовий покрив придорожньої смуги визначається надходженням в ґрунт найрізноманітніших хімічних речовин, серед яких важких металів і, насамперед, свинцю і його сполук в численних дослідженнях приділялася найбільш пильну увагу. Однак проблема забруднення свинцем придорожного ґрунтового покриву стає все менш актуальною. Пов'язано це, як з існуючим вже не одне десятиліття забороною на використання етилованої бензину у великих містах, так і з фактичним припиненням їх випуску до справжнього моменту. У той же час все більш гостро починає проявлятися проблема забруднення ґрунтів нафтопродуктами, бенз(а)піреном, сполуками цинку і деяких інших важких металів [81 - 85].

Цинк надходить в придорожнє простір в результаті стирання різних деталей, ерозії оцинкованих поверхонь, зносу шин, за рахунок використання в маслах присадок, що містять цей метал. Так, в якості антиокислювальних присадок до моторних оливо застосовують діалкіл- і діарілдітіофосфати цинку, які покращують також антикорозійні властивості і зменшують знос деталей. Введення до складу масел дітіофосфатів цинку часто виявляється достатнім для запобігання корозійно-механічного зношування і модифікування поверхонь важко навантажених деталей, щоб уникнути задирів або втомного викришування. Масова частка цинку в моторних маслах для бензинових

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

двигунів становить 0,09 - 0,12%, в маслах для дизельних двигунів - 0,05 - 0,1% [86, 87].

Після відмови від використання сполук кадмію в процесах вулканізації гуми і заміни їх сполуками цинку стирання автомобільних шин також стало одним із джерел накопичення цього металу уздовж доріг. Останнім часом для боротьби з корозією широко використовується за кордоном і інтенсивно впроваджується у нас оцинковка кузовних деталей автомобілів, насамперед днища, що тягне за собою додаткове надходження цинку в придорожнє простір [87].

Одним з найбільш небезпечних важких металів є кадмій. Кадмій до певного періоду потрапляв у ґрунт при стиранні шин, тому він додавався до гуми для прискорення процесу вулканізації [87].

Серед показників, що характеризують забруднення ґрунту вуглеводнями, особливу значимість має бенз(а)пірен, що володіє канцерогенну дію. Бенз(а)пірен у складі інших поліциклічних ароматичних вуглеводнів міститься у відпрацьованих газах автомобільних двигунів. Крім відпрацьованих газів джерелом виділення бенз(а)пірену можуть бути органічні в'язучі матеріали, використовувані при будівництві дорожнього полотна. У шинах автомобілів поліциклічні ароматичні вуглеводні містяться через використання при виробництві гуми газової сажі, яка надає гумі необхідні властивості по стійкості до стирання, міцності, жорсткості, твердості. За наявними оцінками кожні 100 грам стершихся шин містять до 1,2 мг бенз(а)пірену. Видається, що стирання асфальту і шин є чільною причиною підвищеного накопичення бенз (а) пірену в придорожніх ґрунтах [87].

Накопичені в результаті численних досліджень дані свідчать про необхідність прийняття низки заходів, які обмежують надходження в природне середовище небажаних речовин, що входять до складу відпрацьованих газів автотранспорту.

Найбільше забруднення навколишнього середовища важкими металами відбувається внаслідок стирання шин і накладок гальмівних механізмів:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		РМ.00.01.ПЗ	Арк.

автомобільні шини, зношуючись в процесі експлуатації, виділяють в навколишнє середовище леткі речовини і дрібні частинки у вигляді аерозолю (металів кадмію, свинцю, цинку, міді); характерне для міст часте гальмування автомобілів у щільних транспортних потоках призводить до інтенсивного стирання і попаданню продуктів стирання - частинок фрикційного матеріалу гальмівних накладок - в навколишнє середовище [87].

1.2 Огляд методів підвищення екологічної безпеки транспортних потоків

Основною складовою транспортного потоку в межах міських агломерацій є автомобіль.

Один автомобіль щорічно поглинає з атмосфери в середньому більше 4 т кисню, викидаючи при цьому з відпрацьованими газами приблизно 800 кг чадного газу, 40 кг оксидів азоту і майже 200 кг різних вуглеводнів [88].

До нетоксичних компонентів відносяться: азот, кисень, водень, водяні пари, а також діоксид вуглецю; до токсичних: оксид вуглецю, оксиди азоту, численна група вуглеводнів, альдегіди, сажа. Причому сажа сама по собі нетоксична, але вона адсорбує на поверхні частинок канцерогенні поліциклічні вуглеводні, у тому числі найшкідливіший і токсичний бенз(а)пірен. При чому, коли згоряє сірчисте паливо утворюються неорганічні гази - діоксиди сірки і сірководень [88].

Токсичні компоненти складають 0,2-5% від об'єму відпрацьованих газів, залежно від типу двигуна і режиму його роботи [88].

За довгий час існування проблеми автомобільних викидів і забруднення ними атмосферного повітря було розроблено безліч методів і способів, що дозволяють зменшити кількості відпрацьованих газів або понизити їх токсичність. В даний час розробляються і втілюються в життя заходи щодо зниження забруднення атмосфери викидами автомобільних двигунів, включаючи:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

- удосконалення конструкцій двигунів і підвищення якостей виготовлення;
- пошук нових видів палива, використання різних присадок до нього;
- створення енергосилових установок для автомобілів, що викидають меншу кількість шкідливих речовин;
- розробка пристроїв, що знижують вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах [88].

Практика показала, що досягти рівня токсичності відпрацьованих газів, що вимагається законодавством розвинених країн, першими трьома способами не можна. Тому набула широке поширення нейтралізація відпрацьованих газів в системі випуску. В цьому випадку токсичні пари, що вийшли з циліндрів двигуна, нейтралізуються до викиду їх в атмосферу [88].

Існує декілька способів нейтралізації відпрацьованих газів у випускній системі автомобіля [88]:

- окислення відпрацьованих газів шляхом подачі до них додаткового повітря в термічних реакторах; термічна нейтралізація не залежить від виду спалюваного палива, наявності присадок і дозволяє використовувати в двигунах етильований бензин, реактори особливо ефективні на режимах багатий суміші при великих навантаженнях, не виходять з ладу з часом, проте не дають повного окислення CO і CH та не відновлюють NO_x, тому застосовуються як додаткові пристрої перед каталітичним нейтралізатором;
- поглинання токсичних компонентів рідиною в рідинних нейтралізаторах; цей спосіб не набув широкого поширення через малу ефективність і необхідність частої заміни рідини;
- використання каталітичних нейтралізаторів і фільтрів сажі у дизельних двигунах зараз найактуальніше.

У кінці 60-х років були прийняті законодавчі акти про обов'язкове зниження рівня токсичних відпрацьованих газів нових автомобілів, що змусило промисловців удосконалити двигуни і розробляти системи нейтралізації відпрацьованих газів ДВЗ.

					Арк.
					PM.00.01.ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Насамперед інженери кинулися удосконалювати системи живлення і запалення. Але було очевидно, що добитися такого істотного поліпшення ситуації з токсичністю без вживання додаткових пристроїв просто неможливо.

У 1975 році на американських машинах з'явилися перші каталітичні нейтралізатори відпрацьованих газів - тоді ще двокомпонентні, так званого окислювального типу [89].

На американських автомобілях 1975 року з'явилися транзисторні системи запалення з високою енергією іскри і свічки з мідним сердечником центрального електроду - це звело до мінімуму пропуски запалення і подальші спалахи незгорілого палива в нейтралізаторі, які загрожують оплавленням кераміки [89].

У 1977р. до двокомпонентного каталізатора додали "антиазотну" секцію, а ще через декілька років об'єднали все в єдиному корпусі і назвали трикомпонентним каталізатором [89].

До 1990 року нейтралізатор переміщали впритул до випускного колектора, щоб швидше нагріватися до робочих температур (300 °C) - тим самим зменшити шкідливі викиди на стадії прогрівання [89].

У 1995 році фірма "Емітек" розробила технологію підігріву каталізатора могутнім електричним опором. Заснована на цьому принципі модель каталізатора "6С" була встановлена на автомобіль БМВ "Альпіна В12" [89].

У 2000 році з'явилася цеолітова пастка вуглеводнів (СН), що затримує їх при пуску двигуна і лише після його нагріву до 220°C подає їх готовому до роботи каталізатору [90].

Сучасні каталітичні нейтралізатори бувають окисні – платинові Pt або палладієві Pd, відновні – родієві Rh та трикомпонентні [91, 92].

Окисні каталітичні нейтралізатори забезпечують допалювання або доокиснення вуглеводнів СН і оксиду вуглецю (II) CO з утворенням води (H₂O) і оксиду вуглецю (IV) (CO₂). Часткове (не повне) окиснення вуглеводнів СН зумовлює утворення спиртів, альдегідів, кетонів, органічних кислот тощо. Окисні нейтралізатори дозволяють зменшити вміст CO та СН на 30 - 95% [92, 93].

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Відновні нейтралізатори – призначені для зменшення концентрації оксидів азоту NO_x , що відновлюється з утворенням молекулярного азоту (N_2) і оксиду вуглецю (IV) (CO_2) [93].

Застосовують їх разом із окисними нейтралізаторами, для комплексного очищення викидів. Тобто маємо окисно-відновні нейтралізатори, де першим встановлено нейтралізатор відновлення, а другим – нейтралізатор окиснення [93].

Трикомпонентні (або селективні) каталітичні нейтралізатори – забезпечують скорочення вмісту трьох основних компонентів викидів: CO , CH і NO_x , завдяки одночасному перебігу окисно-відновних реакцій [94, 95].

Сучасний трикомпонентний каталітичний нейтралізатор складається з монолітного керамічного або металевого носія, із напиленим каталітично активним шаром. На поверхневий шар, як правило оксид алюмінію Al_2O_3 , наносять каталітично активний шар з благородних металів. Співвідношення вмісту благородних металів приблизно 40 - 60 % платини Pt, 30 - 40 % паладію Pd, 10 - 20 % родію Rh [96].

Щоб збільшити площу контакту каталітичного шару з вихлопними газами, на поверхню стільників наноситься підкладка завтовшки 20-60 мікронів з розвиненим мікрорельєфом. Це дозволяє максимально збільшити ефективну площу контакту каталітичного покриття з вихлопними газами - до величин близько 20 тис. m^2 [97, 98].

Щоб понизити шкідливі викиди при пуску холодного двигуна, іноді застосовують також вбудований в каталізатор адсорбер вуглеводнів. Як тільки робоча температура досягнута, останні "звільняються" і окислюються самим каталізатором. Серед подібних пристроїв можна назвати нейтралізатор "Едкет" фірми "Делфай" або "Пума" фірми "Корнінг" [97].

Трьохкомпонентний нейтралізатор найбільш ефективний при певному складі відпрацьованих газів. Це значить, що потрібно дуже точно витримувати склад горючої суміші біля так званого стехіометричного відношення повітря/паливо значення якого лежить у вузьких межах 14,5 - 14,7. Якщо горюча

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

додаткові бачки з дорогими реактивами, що знижують кількість утворення сажі, яка нагромаджується у спеціальному нейтралізаторі сажі ("Пежо"). Окислити частинки, що нагромадилися в порах фільтру можна лише при достатньо високій температурі, якої відпрацьовані гази правильно побудованого дизеля не досягають [103].

Навіть якщо наказати керуючому двигуном контролеру періодично збільшувати подачу палива, все одно температури не вистачає. Рішення бачили в добавці до дизельного палива незначної кількості спеціального реагенту, що зберігається у окремому бачку (5 літрів вистачає на 80 000 км пробігу) [102]. Це знижувало температуру початку утворення шкідливих компонентів на 100°C і дозволяло, збагативши суміш, очищати фільтр але реалізувати ці рішення вельми складно [103].

У фільтрах нового покоління загальний принцип залишився колишнім: затримати і знищити, проте, щоб добитися потрібної для цього температури необхідно [103]:

- фільтр розмістили відразу за випускним колектором;
- через кожні 300-500 км пробігу контролеру необхідно вмикати режим багатофазного уприскування, збільшуючи подачу палива в циліндр;
- поверхня фільтруючого елемента покрита тонким шаром нового каталізатора, який додатково підвищує температуру відпрацьованих газів до необхідних 560-600°C.

Активні фільтри вже з'явилися на дизельних двигунах "Мерседес-Бенц" С- і Е-класів, який на початку 2004 року приживуться у "Опеля" і "Рено" [103].

Тойота розробила свою, не менше ефективну систему очищення, названу DPNR [103].

Вона одночасно знешкоджує і канцерогенні частинки сажі, і просто шкідливі оксиди азоту. Головну роль відіграє новий мікропористий керамічний фільтр, покритий шаром, що здатний накопичувати азот і каталізатором на основі платини. Під час роботи двигуна на бідній суміші частинки сажі

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

В результаті багатостадійних хімічних реакцій оксиди азоту, сірки і вуглецю розкладаються на нетоксичні молекули кисню, азоту, сірки і вуглецю. Одночасно відбувається конверсія (перетворення) оксиду азоту в його діоксид, який зв'язується радикалом ОН в азотну кислоту у вигляді аерозолі. Аналогічні реакції протікають з діоксидом сірки і оксидом вуглецю, приводячи до утворення аерозолів. Аерозолі уловлюють в достатньо простих електрофільтрах, що забезпечують ступінь очищення до 98-99% [103-104].

По попередніх розрахунках, плазмове очищення обійдеться в 1,5-2 рази дешевше, ніж в існуючих багатокомпонентних пристроях. Не вимагається використовувати благородні метали, значно збільшується ресурс систем нейтралізації, скорочується час на їх технічне обслуговування. Проте до промислового випуску плазмохімічних реакторів (а значить, їх широкому використуванню) можна буде перейти, коли вдасться скоротити витрати потужності на електроживлення реактора. В досвідчених і експериментальних системах вони досягають 4-5% і більш від потужності дизеля [103].

В жовтні 2005 року, в країнах Євросоюзу для автомобілів почали діяти більш строгі екологічні норми Євро 4, які змінили нині діючі Євро 3. Це спонукало світових автовиробників активно працюють над тим, щоб зробити вихлоп двигунів якомога чистіше. Фахівці DaimlerChrysler створили одну з найбільш ефективніших систем - SCR (Selective Catalytic Reduction), що можна перевести як «селективний каталітичний перетворювач») [105].

Принцип дії системи SCR полягає в хімічній реакції аміаку з оксидом азоту відпрацьованих газів, в результаті якого утворюються нешкідливий азот і водяна пара.

Вирішити питання перевезення на автомобілі аміак - досить токсичну речовину удалося концерну Total, що свого часу створив безпечний замінник аміаку, розроблений на водній основі і відповідний стандартам DIN 70070. Сьогодні він широко застосовується в сільському господарстві, текстильній промисловості, а також при виготовленні косметики і парфумерії. Дана рідина не

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

токсична, без кольору і запаху - в «автомобільному» виконанні називається Ad Blue [104].

Селективний перетворювач складається з двох основних вузлів: безпосередньо каталітичного нейтралізатора із стільниковою структурою, вмонтованого в глушник автомобіля, і додаткового бака під аміачний замінник AdBlue. Отже установка системи SCR на автомобілі з моторами Євро 3 не зажадає кардинальної зміни їх конструкції [104].

Отже як видно з розглянутих джерел на даний час можна досить ефективно боротися з шкідливими викидами бензинових та дизельних двигунів забезпечуючи їх очищення 30-95% у залежності від режиму роботи двигуна. Така ступінь очищення дозволить використання на автомобілях різних видів альтернативних палив, використання яких на двигунах без систем очищення створювало підвищене забруднення навколишнього середовища CO, CH, NO та сажею.

1.3 Методи визначення викидів відпрацьованих газів

1.3.1 Визначення втрат на випаровування

Важливим об'єктом перевірки при типових випробуваннях бензинових двигунів на токсичність ВГ є випаровування вуглеводнів. Незалежно від викидів шкідливих речовин в результаті згоряння в двигуні вуглеводні потрапляють в атмосферу з паливної системи також через випаровування з негерметичних (несправних або невдало сконструйованих) елементів паливної системи. При перевірці токсичності ВГ або огляді автомобілів на СТО цей параметр перевірити неможливо. Законодавці покладаються на те, що системи функціонують або окремі елементи (наприклад, система вентиляції паливного бака і його герметичність) контролюються системою бортової діагностики (OBD). Випари у дизельних двигунів в силу низької летючості компонентів дизельного палива грають другорядну роль.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стандартним методом визначення втрат на випаровування є метод SHED. У цьому методі автомобіль поміщається в газонепроникну камеру, і його паливний бак приблизно наполовину заповнюється контрольним бензином заданої температури (від +10 до +14,5°C). Потім вимірюється концентрація вуглеводнів в випробувальній камері. Після цього протягом години температура палива підвищується на 14°C. Після досягнення кінцевої температури знову вимірюється концентрація вуглеводнів у випробувальній камері. Вікна і багажник автомобіля під час вимірювання повинні бути відкриті. Щоб виміряти випаровування у фазі охолодження автомобіля, прогрітий автомобіль поміщається в випробувальну камеру, в якій протягом однієї години вимірюється збільшення випаровування. Маса випаровувань вуглеводнів в обох випробуваннях не повинна перевищувати 2 г. В перспективі слід очікувати подальшого посилення вимог до випаровування вуглеводнів (випробування, аналогічне описаному вище, проводиться протягом доби при температурі від +20 до +35°C) [105].

1.3.2 Аналіз ВГ за методом CVS

Викиди шкідливих речовин автомобілями визначаються на бігових барабанах. Поки автомобіль «рухається» на барабанах відповідно до визначених циклів руху, відкалібровані вимірювальні системи визначають концентрацію окремих компонентів вихлопу. Звичайно, в ході вимірювань можливі помилки. Щоб виключити їх, виконується кілька вимірів або серій вимірювань, з результатів яких потім виводиться середнє значення. Мінімізувати можливі помилки до мінімуму можна і шляхом використання різних вимірювальних приладів і випробувальних стендів.

Метод CVS почали використовувати в 1972 році в США для аналізу токсичності ВГ на легкових автомобілях і легких вантажівках з дизельними двигунами. Технологія CVS полягає в наступному: після взяття проб в обсяг ВГ додається еквівалентна обсягу проби кількість чистого повітря, при цьому сумарний обсяг ВГ і доданого повітря підтримується постійним.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Переваги цього методу полягають у наступному:

- облік реального індивідуального обсягу вихлопних газів;
- реальне визначення параметрів руху в кожен момент часу (розгін, гальмування);
- запобігання конденсації водяної пари;
- зменшення втрат окислів азоту;
- запобігання взаємних реакцій компонентів вихлопу (особливо СН).

Опис методу CVS

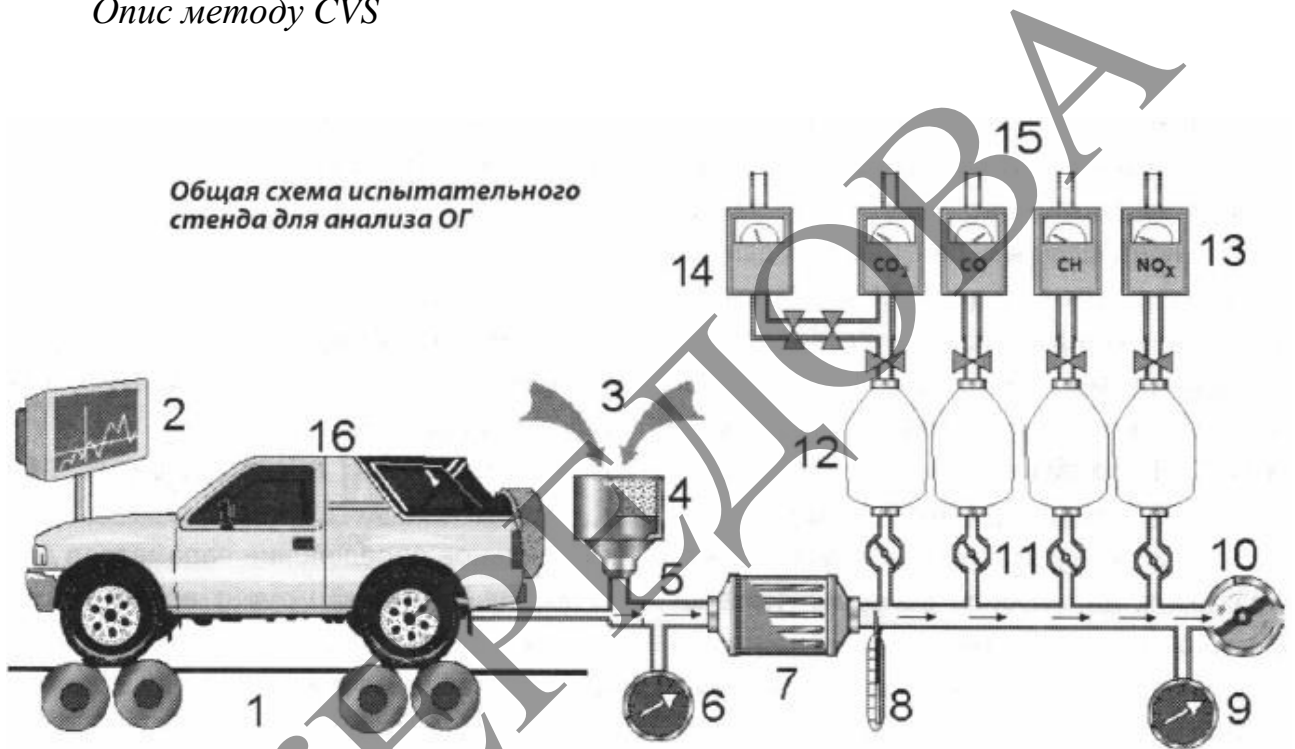


Рисунок 1.1 - Випробувальний стенд для аналізу ВГ

- 1) бігові барабани; 2) індикація/керування циклом руху; 3) подача зовнішнього повітря; 4) фільтр зовнішнього повітря; 5) канал розведення повітря; 6) контроль тиску; 7) охолоджувач; 8) контроль температури ВГ; 9) контроль тиску ВГ; 10) ротаційний насос; 11) вентиль для взяття проб ВГ; 12) збірник ВГ; 13) вимірювальні прилади для CO, CO₂, CH, NO_x; 14) сажеві фільтри для дизельних двигунів; 15) до випуску; 16) випробуваний автомобіль.

Принципова схема стенда для аналізу вихлопних газів в рамках типового випробування автомобіля зображена на рис. 1.1. Робота проводиться таким чином. Вихлопні газы автомобіля при його роботі по запропонованому

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		РМ.00.01.ПЗ

випробувального циклу розбавляються чистим повітрям. Сумарний обсяг ВГ і чистого повітря підтримується постійним навіть при зміні навантаження на двигун автомобіля. З розведеного чистим повітрям вихлопу безперервно відбираються проби, які акумулюються в спеціальних ємностях. Концентрація шкідливих речовин в цих пробах відповідає середньому значенню концентрації відібраної вихлопної суміші. Таким чином, протягом випробувального циклу точно відомий загальний обсяг газу. На основі загального обсягу і концентрації шкідливих речовин в збірній ємності можна обчислити масу шкідливих речовин. Щоб уникнути спотворень вимірних значень з розбавленого повітря беруться проби і також аналізуються на вміст шкідливих речовин. Це дозволяє коригувати точність вимірювань.

Для досягнення постійної об'ємної витрати використовуються звичайні вентилятори з соплом Вентурі або ротаційні повітродувки. Щоб уникнути конденсації вуглеводнів з високою температурою кипіння і для випаровування вже сконденсованих в газовій суміші вуглеводнів потрібен нагрів всієї системи відбору приблизно до 190°C.

Якщо при типовому випробуванні необхідно враховувати і граничний вміст частинок, то метод випробування потрібно модифікувати. У вимірювальну установку вбудовується так званий «розбавляючий тунель» з високою внутрішньою турбулентністю і доповнюється точками вимірювання з фільтрами для уловлювання частинок. Через розведення в співвідношенні від 1:8 до 1:10 вимірювані концентрації дуже малі. Необхідно використовувати аналізатори, чутливість яких буде вище в цю кількість разів. Скрізь, де застосовується метод CVS, використовуються єдині принципи вимірювання для аналізу компонентів вихлопу:

- визначення концентрації CO і CO₂ за допомогою інфрачервоних абсорбційних аналізаторів NDIR (Non-Dispersive-Infra-Red);
- визначення концентрації NO_x за допомогою пристроїв, що працюють за принципом хемілюмінесценції (CLD, Chemo-Lumineszenz-Detektor);

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

- гравіметричне визначення викидів твердих частинок. Вимірювання виконується спеціальними вагами з точністю до однієї мільйонної грама.

Далі стисло розглянемо методи вимірювань, що використовуються на виробництві автомобілів і типових випробуваннях [105].

1.3.3 Метод FID

Абревіатура FID розшифровується як Flame Ionisation Detector (полум'яно-іонізаційний детектор). Цей метод використовується при промисловій розробці двигунів і при аналізі вихлопних газів в ході типових випробувань автомобілів. Даний детектор використовується для виявлення в газових сумішах органічних сполук. Точність вимірювань цього метода складає від декількох проміле (ppm) до 100%. Оскільки температура проби досягає 300°C цей метод вимірювань нечутливий до коливань температури в приміщенні [105].

1.3.4 Метод NDIR

NDIR розшифровується як Non-Dispersive Infra Red (недисперсний інфрачервоний аналізатор). Принцип вимірювання заснований на поглинанні багатоатомними газами випромінювання в інфрачервоному діапазоні в межах чітко визначеного характерного спектру. Маса компонентів вихлопу відноситься до цих газів (за винятком кисню). Чим більше в вихлопі компонентів газу одного типу, тим більше інфрачервоного світла певної довжини хвилі поглинає газ. Оскільки компоненти CO, CO₂, і CH₄ поглинають випромінювання з різними довжинами хвиль, їх концентрацію можна виміряти за допомогою спеціальної інфрачервоної техніки в загальній вимірювальній камері. Ці камери називають трикомпонентними, на рисунку 1.2 показана їхня принципова схема.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

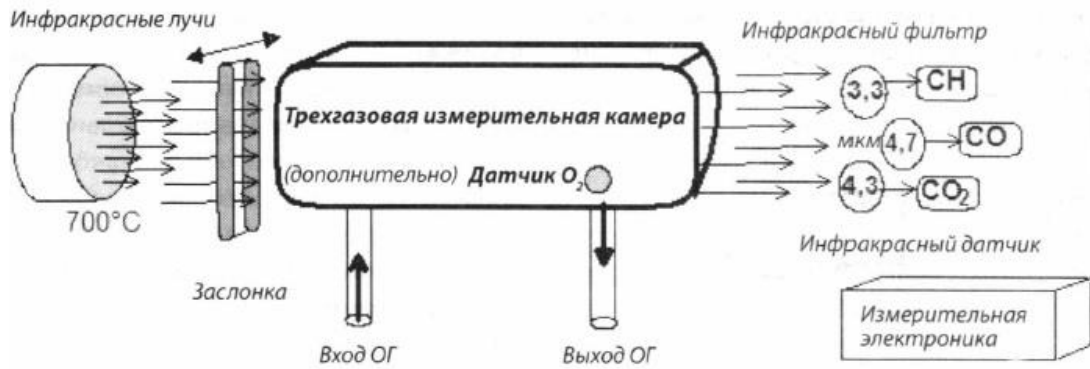


Рис. 1.2 – Принципова схема трикомпонентної вимірювальної камери

Довжини хвиль окремих компонентів вихлопу:

$\text{CO} = 4,7 \text{ мкм};$

$\text{CO}_2 = 4,3 \text{ мкм};$

$\text{CH} = 3,3 \text{ мкм}.$

Розташований за інфрачервоним фільтром інфрачервоний датчик вимірює частку непоглиненого випромінювання відповідної довжини хвилі і направляє сигнал на електроніку вимірювального приладу. Спеціальні сигнали датчиків тиску і температури автоматично використовуються в якості корекційних величин для визначення умов вимірювання у вимірювальній камері. Розташована між інфрачервоним променем і вимірювальною камерою заслінка через певні інтервали перериває інфрачервоний промінь. Це спрощує обробку сигналів вимірювальною електронікою [105].

1.3.5 Електронний метод вимірювання концентрації кисню

Оскільки методом NDIR не можна визначити концентрацію кисню (він не поглинає інфрачервоні промені), то на виході вимірювальної камери або в окремій вимірювальній камері встановлюється електрохімічний датчик кисню. Залежно від вмісту кисню у вихлопі змінюється потік електронів між катодом і анодом датчика. Падіння напруги на навантажувальному резисторі слугує показником вмісту кисню у вихлопі і аналізується вимірювальною електронікою.

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Так як навантажувальний резистор має залежність від температури, то навіть при різних температурах навколишнього середовища гарантується постійна точність вимірювань. Термін служби датчика кисню обмежений процесами окислення. Принципова схема кисневого датчика зображена на рис. 1.3 [105].

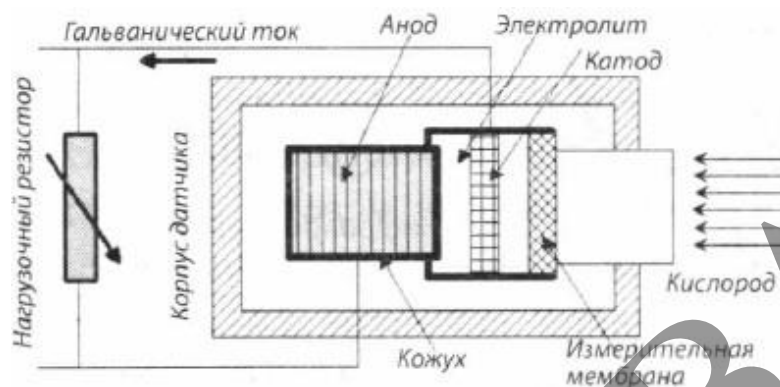


Рис. 1.3 - Схема гальванічного датчика кисню

1.3.6 Визначення маси частинок

Цей вимір використовується при розробці двигунів. Вихлопні гази проходять через спеціальний фільтр, після чого проводиться зважування чистого і забрудненого фільтрів на спеціально еталонних вагах і порівняння результатів. Так визначається маса частинок, що містяться в певному обсязі ВГ. Оскільки матеріал фільтру гігроскопічний, зважування виконується при постійній вологості і температурі. Помічено, що звичайні скловолоконні фільтри поглинають воду і вуглеводні сильніше, ніж скловолоконні фільтри з покриттям з тефлону. При методі з фільтрацією показником уловлювання частинок сажі служить потемніння фільтруючого листа. Обробка даних виконується шляхом порівняння отриманих результатів зі шкалою Бахараха. На рисунку 1.9 показаний принцип вимірювання маси частинок [2].

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

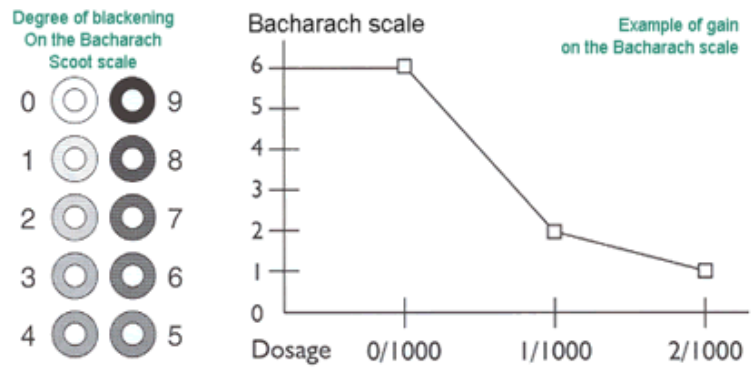


Рис. 1.4 - Шкала чисел димності Бахарача (Bacharach Scale)



Рис. 1.5 - Камера для вимірювання маси частинок

1.4 Методи зниження викиду шкідливих речовин

На сьогоднішній день недостатньо проводити приватні розробки зі зниження викиду окремих компонентів відпрацьованих газів 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 відпрацьованих газів.

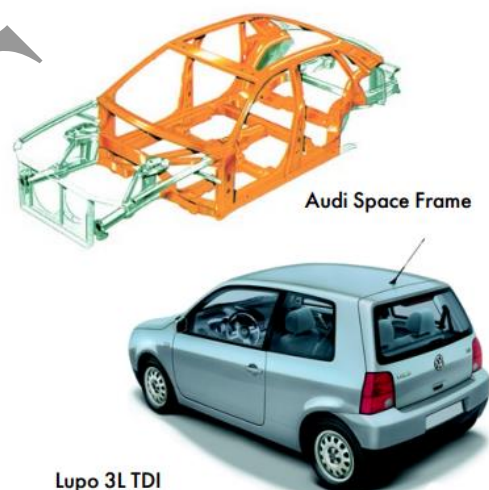
Нижче розглянуті заходи відповідно з їх приналежністю до названих вище напрямків розвитку автомобільної техніки [106].

1.4.1 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.



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).



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



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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.

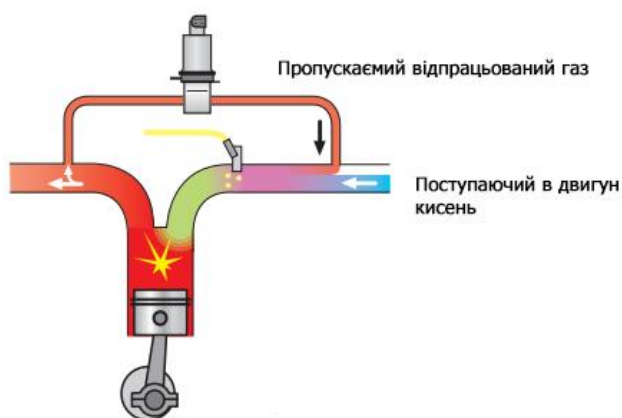
Оптимізація конструкцій двигуна і коробки передач. Витрата палива автомобіля в значній мірі залежить від конструкції його двигуна і коробки передач. Економічний робочий процес забезпечується у сучасних двигунах в результаті застосування:

- 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 з баку направляється в адсорбер з активованим вугіллям, а потім використовується в процесі згоряння.

Рециркуляція відпрацьованих газів. У сучасних двигунах рециркуляція відпрацьованих газів застосовується як для зниження насосних втрат, так і для надання сприятливого впливу відпрацьованих газів на процес згоряння на деяких режимах руху автомобіля [106].



					Арк.
					РМ.00.01.ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.4.2 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.

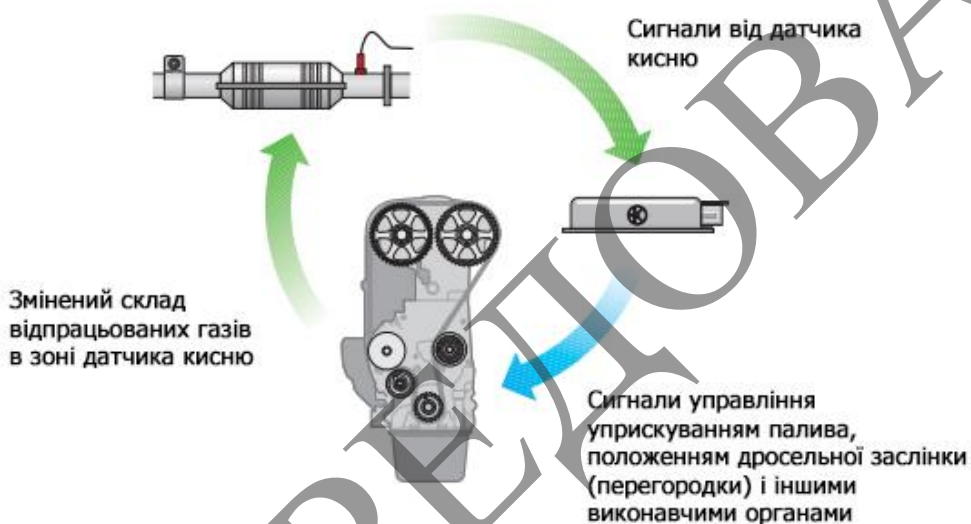


Рис. 1.6 - Контур регулювання паливоповітряної суміші

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:

1. Реакція відновлення, в результаті якої у деяких компонентів газів відбирається кисень.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

2. Реакція окислення, в результаті якої інші компоненти газів окислюються (допалюються).

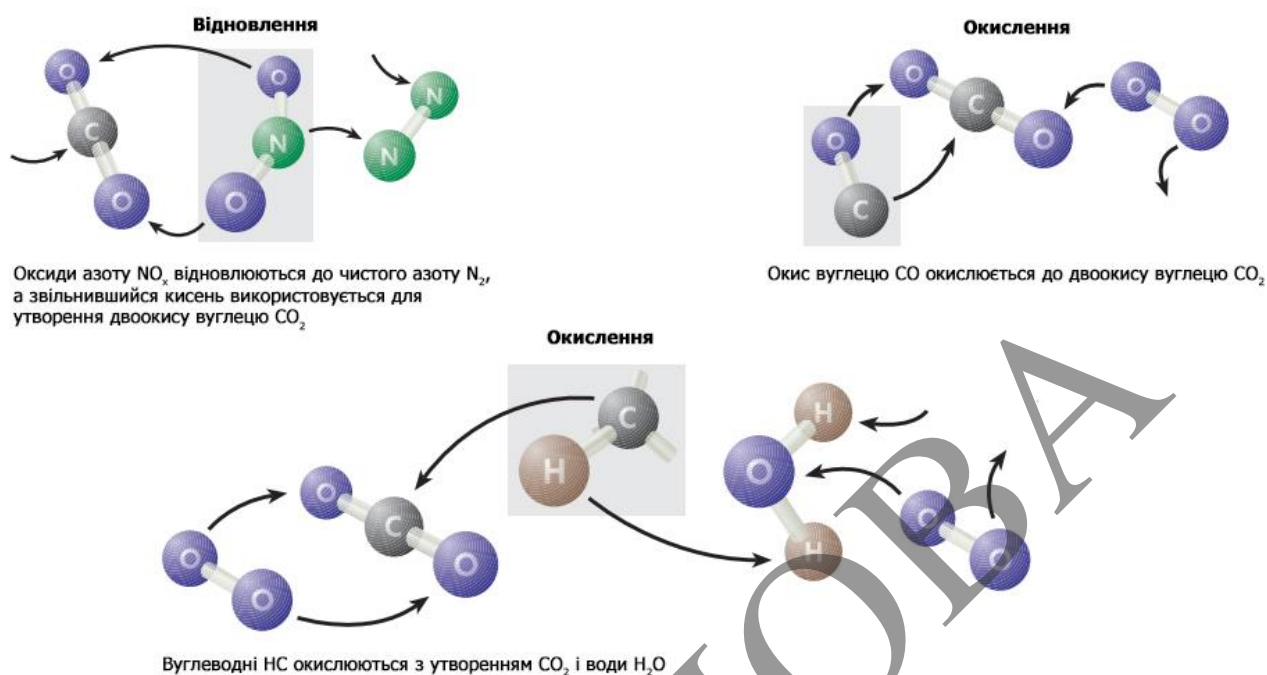


Рис. 1.7 - Реакції каталітичного очищення відпрацьованих газів

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 згорання і систем уприскування палива).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

РМ.00.01.ПЗ

Арк.

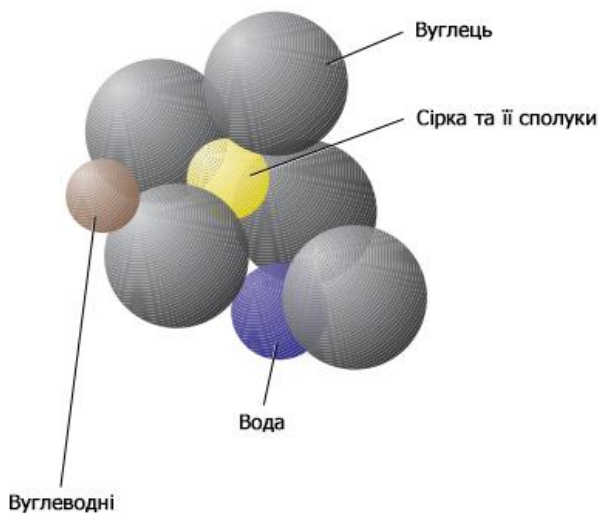


Рис. 1.8 - Структура частинок сажі (PM)

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

Діагностика агрегатів, від яких залежить склад відпрацьованих газів. Діагностика всіх агрегатів і систем автомобіля, від яких залежить склад відпрацьованих газів, відома під назвою «On-Board-Diagnose» (бортова діагностика). Вперше вона була введена 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.

При несправності агрегатів і систем, що впливають на склад відпрацьованих газів спалахує контрольна лампа K83. Виявлення несправностей і отримання додаткової інформації проводиться за допомогою уніфікованого діагностичного приладу (сканера OBD) або діагностичної, вимірювально-інформаційної системи VAS 5051, які підключаються до мережі автомобіля через спеціальну діагностичну колодку [106].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 1.9 - Діагностичний прилад OBD



Рис. 1.10 - Вимірювально-інформаційна система VAS 5051

1.4.3 Використання перспективних альтернативних палив

Перспективним напрямом у боротьбі за зменшення токсичності відпрацьованих газів ДВЗ та збереження енергетичних ресурсів є перехід до альтернативних палив, які, в основному, не є продуктами переробки нафти.

На сьогодні для транспортних засобів існує велика кількість замінників нафтових палив. У загальній класифікації альтернативні палива поділяють на такі групи:

						Арк.
					PM.00.01.ПЗ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видобувні і супутні газоподібні палива;
- синтезовані і гідролізні альтернативні палива;
- палива, отримані з відновлювальних ресурсів;
- традиційні нафтові палива з добавками.

Доцільність та перспективність застосування кожного виду палива оцінюють на підставі проведеного аналізу, в якому зважають на техніко-економічні показники видобування або отримання палива, витрати на транспортування і зберігання, наявність ресурсів, технологічність, екологічні показники та ін. Але переважаючими при визначенні доцільності використання різних палив стають зараз саме екологічні показники.

Газове паливо. Через дефіцит рідкого палива нафтового походження і зростаючі труднощі з видобуванням нафти, а також з метою зменшення забруднення довкілля шкідливими речовинами в наш час здійснюють інтенсивне переведення ДВЗ різного призначення на живлення газоподібним паливом. Найбільш реальними для широкого вжитку є природний газ (СПГ- стиснений природний газ), а також газ, що є побічним продуктом нафтопереробних підприємств (ЗНГ-зріджений нафтовий газ).

Водень. Під час згоряння водневоповітряної суміші утворюється водяна пара, тобто виключається можливість утворення шкідливих продуктів неповного згоряння. Таким чином, водень як паливо для теплових двигунів має низку переваг перед вуглеводневим паливом. Проте є причини, які стримують широке використання водню в теплових двигунах, пов'язані вони з його добуванням, зберіганням і особливостями роботи двигунів.

Ацетилен. В останні роки за кордоном вивчається можливість використання ацетилену (C_2H_2) як моторного палива. Ацетилен має високі енергетичні показники, і його можна виробляти з нафтової сировини. Токсичні показники двигуна, який живиться ацетиленом, покращуються переважно завдяки зниженню вмісту у ВГ оксиду вуглецю і сумарних вуглеводнів.

Азотовмісні палива. Азотно-водневе паливо складається з водню й азоту. Основними видами азотно-водневого палива є гідрозин (N_2H_4) й аміак (NH_3).

																			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата															

PM.00.01.ПЗ

Спиртові палива. Перспективним видом палив для живлення теплових двигунів, що отримують з відновлювальних ресурсів, є спирти (метанол та етанол).

Рослинні олії. Останнім часом і в нашій країні, і за кордоном вивчають можливість заміни бензину і дизельного палива альтернативним паливом з відновлювальних джерел - таким паливом можуть бути рослинні олії. Замінником можуть бути соняшникова, кукурудзяна, соєва олії тощо. В нашій країні перевагу віддають ріпаковій олії.

Використання традиційних нафтових палив з добавками. Через те, що запровадження заміни традиційних видів палив альтернативними переважно потребує внесення змін в конструкцію двигунів, на сьогодні перспективним напрямом зменшення викидів шкідливих речовин вважається додавання до традиційних нафтових палив різних добавок.

Додавання водню до бензину зменшує викиди основних шкідливих компонентів у декілька разів.

Додавання спиртів. Перспективним вважається використання у двигунах бензометанольних та бензоетанольних сумішей - так званих сумішевих палив.

Додавання води. Найпоширенішою присадкою до палив нафтового походження, яка впливає на перебіг робочого процесу, енергетичні, економічні й екологічні показники двигунів різного призначення, є вода [107].

1.4.4 Альтернативні види автотранспорту

До таких належать насамперед електромобіль, сонячний електричний автомобіль, автомобіль з інерційним двигуном, автомобіль з гібридним двигуном.

Електромобілі. Вельми перспективним для міст є проект масового переходу від автомобілів з бензиновими і дизельними двигунами на електромобілі, які діють від батарей-акумуляторів, які періодично заряджають на спеціальних станціях.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Електромобілі бездимні, безшумні, компактні, їх виділення (викиди) не токсичні, вони прості в управлінні, а експлуатація значно економічніше, особливо в містах.

Нині кілька десятків тисяч електромобілів експлуатуються в ряді країн, у тому числі і в Україні для доставки продуктів харчування, пошти, невеликих вантажів та ін. Десятки типів експериментальних електробусів для перевезення пасажирів діють у Великобританії, Франції, США та інших країнах.

Сонячний електромобіль. Сонячні автомобілі вже зараз мають характеристики, які досить привабливі для споживачів. Наприклад, автомобіль «Санрайдер» (м. Кардіфф, Великобританія) важить всього 90 кг, розвиває швидкість до 30 км/год. і використовує електрику, що виробляється 300 сонячними батареями.

З теоретичної точки зору сонячний автомобіль мав би рухатися дуже довго, тому що єдиним необхідним для нього паливом є сонячне світло. Однак серйозним недоліком залишається неможливість руху вночі або вдень в умовах суцільної хмарності.

Автомобіль з інерційним двигуном. Як накопичувач енергії тут використовується не акумулятор, а маховик. Таке нововведення дозволяє обійтися без двигуна, коробки швидкостей, радіатора, стартера і вихлопної труби. Електрострум від стаціонарного джерела використовується для розкрутки супермаховика з легких, але міцних на розрив вуглецевих волокон. Коли він набере обертів, напруга відключається. Однак обертання триває кілька годин, оскільки супермаховик поміщено в герметичну капсулу, з якої викачано повітря, що чинить опір, а магнітний підвіс усуває тертя в підшипниках. Експерименти в цій області показують, що автомобіль з супермаховиком здатний розганятися до 96,5 км/год. всього за 6,5 с. Пробіг без підзарядки також обіцяє бути вражаючим - до 600 км.

Провідні фірми з виробництва автомобілів все більш енергійно просувають на світовий ринок автомобілі з гібридними двигунами [107].

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

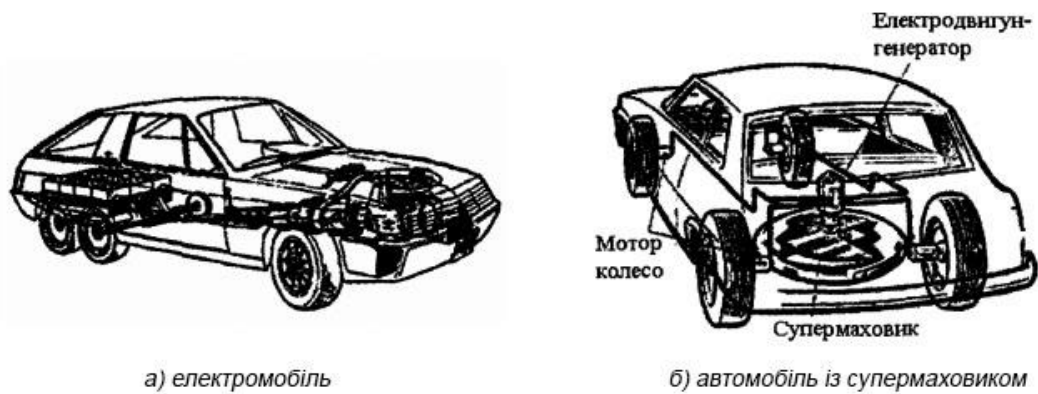


Рис. 1.11 – Альтернативні автомобілі

1.5 Газоаналізатори і димоміри

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

Принцип дії *димомірів* базується на вимірюванні оптичної щільності 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 по ДСТУ 4276-04. Димомір повинен бути оснащений каналом для виміру температури оливи ($0-150^{\circ}C$) і тахометром для виміру частоти обертання двигуна ($0-6000$ об./хв.). Також в комплект димоміра входить принтер для друку результатів вимірювань. Основна похибка вимірювань не повинна перевищувати $\pm 2\%$. Прикладом таких сучасних димомірів є ИДП-2, ИДС (Україна), OPACALYT 1030 (ФРН), ИНФРАКАР-Д1-3.02 (Росія).

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ.00.01.ПЗ				



Переносний димомір ИДП-2



Стационарний димомір ИДС-3С



Стационарний димомір Інфракар-Д1-3.02

Рисунок 1.12 – Димоміри

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики димомірів [108]

Тип димоміру	Ефективна оптична база (L)	Діапазон вимірювання димності, % або м^{-1}	Основна приведена похибка, %	Живлення
Інфракар-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 1,2V/0,75Ah
ОРАСИЛТ 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 газоаналізаторів побудований на вимірюванні поглинання інфрачервоного випромінювання відповідним газом СО або СН, кожного на «свій» 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.

Арк.

РМ.00.01.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

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).



Рисунок 1.13 - Інфрачервоні газоаналізатори

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики інфрачервоних газоаналізаторів [108]

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 оливи: 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.

Арк.

PM.00.01.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

1.6 Групи природоохоронних заходів

Під *екологічною безпекою* прийнято розуміти процес забезпечення захисту життєво важливих інтересів не тільки окремої людини, але і всього суспільства в цілому від загроз, що створюються антропогенним або природним впливом на навколишнє середовище. Ключовими проблемами забезпечення екологічної безпеки на автомобільному транспорті є захист від забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів, земельних ресурсів та надр, захист від транспортного шуму і вібрацій, попередження екологічних наслідків надзвичайних ситуацій та катастроф, забезпечення екологічної безпеки населення, зменшення шкоди природним ресурсам, в першу чергу біологічним, збереження якості природного середовища, що забезпечує процеси саморегулювання і самоочищення від шкідливих для нього речовин.

Політика екологічної безпеки реалізується шляхом проведення комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на підвищення екологічних характеристик рухомого складу (автомобілів) та інфраструктури транспорту (транспортних комунікацій). Ці заходи за напрямками діяльності поділяються на чотири групи: організаційно-правові, архітектурно-планувальні, конструкторсько-технічні, експлуатаційні.

Організаційно-правові заходи включають формування нового еколого-правового світогляду, ефективну реалізацію державної екологічної політики, створення сучасного екологічного законодавства і нормативно-правової бази екологічної безпеки, а також заходи державного, адміністративного та громадського контролю над виконанням функцій з охорони природи. Вони спрямовані на розробку і виконання механізмів екологічної політики, природоохоронного законодавства на транспорті, екологічних стандартів, норм, нормативів і вимог до транспортної техніки, паливно-мастильних матеріалів, обладнання, стану транспортних комунікацій та ін.

Архітектурно-планувальні заходи забезпечують вдосконалення планування всіх функціональних зон міста (промислової, селітебної - призначеної для житла, транспортної, санітарно-захисної, зони відпочинку та ін.)

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

з урахуванням інфраструктури транспорту і дорожнього руху, розробку рішень щодо раціонального землекористування і забудову територій, збереження природних ландшафтів, озеленення та благоустрою.

Конструкторсько-технічні заходи дозволяють впровадити сучасні інженерні, санітарно-технічні та технологічні засоби захисту навколишнього середовища від шкідливих впливів на підприємствах і об'єктах транспорту, технічні нововведення в конструкції рухомого складу.

Експлуатаційні заходи здійснюються в процесі експлуатації транспортних засобів і спрямовані на підтримку їх стану на рівні заданих екологічних нормативів за рахунок технічного контролю і високоякісного обслуговування.

Перераховані групи заходів реалізуються незалежно один від одного і дозволяють досягти певних результатів. Але комплексне їх застосування забезпечить максимальний ефект [109].

Таким чином, огляд і аналіз інформаційних джерел з проблем екологізації автотранспортного комплексу дозволяє зробити наступні висновки:

- автомобільний транспорт є основним забруднювачем територій міст і міських агломерацій і, зокрема, окремих локальних територій;
- проблеми оцінки ступеня впливу транспорту на навколишнє середовище досліджені недостатньо, підходи, що існують, в основному унікальні за критерієм застосованості;
- не виявлено досліджень взаємодії автомобілів у транспортному потоці і пов'язаних із цим змін кількості викидів шкідливих речовин;
- недостатньо досліджена проблема застосування критеріїв мінімізації шкідливого впливу при оптимізації перевезень;
- недостатньо пророблена законодавча база в галузі охорони навколишнього середовища при функціонуванні транспортного комплексу;
- існуючі методи зменшення шкідливого впливу на довкілля відпрацьованих газів ДВЗ є досить ефективними, забезпечують знешкодження шкідливих викидів до 95%, а даними пристроями обладнується кожен сучасний автомобіль.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати. Справа в тім, що, по-перше, основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах. По-друге, шкідливі викиди від автомобілів утворюються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими. По-третє, відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним образом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку.

У відпрацьованих газах двигунів автомобілів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Через таке різноманіття і складність ідентифікації окремих сполук до розгляду звичайно приймаються найбільш представлені компоненти чи їхні групи.

Ще одна екологічна проблема, яку створює транспорт – це забруднення ґрунтів. Негативний вплив автомобільного транспорту на ґрунтовий покрив придорожньої смуги визначається надходженням в ґрунт найрізноманітніших хімічних речовин, серед яких сполуки важких металів і, насамперед, свинцю і його сполук в численних дослідженнях приділялася найбільш пильну увагу.

Шкідливі речовини, що містяться у викидах відпрацьованих автомобіля, вкрай негайно впливають на здоров'я людини. Оксиди вуглецю та азоту, вуглеводнів, сполуки, що містять сірку, - це той небезпечний «коктейль», який ми вживаємо щодня на вулицях нашого міста. Шкідливий для людини й автомобільний шум – він впливає не лише на слух, а на розвиток гіпертонії, виразки шлунку і діабету.

					<i>PM.00.01.P3</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		

Крім прямого негативного впливу на людину викиди від автотранспорту наносять і непрямой шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, до речі говорячи, природного атмосферного компонента, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього є такі природні катаклізми останнього часу, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.

Вплив автомобільного транспорту на екологічну ситуацію в нашій країні досяг критичної межі – показники забруднення атмосферного повітря і довкілля перевищують всі допустимі показники світових норм і стандартів. Тому проблема зменшення негативного впливу на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу є актуальною. Аналіз статистичних даних і оцінок негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнього середовища і населення показує, що загальна сума викидів забруднювальних речовин в атмосфері в країнах СНД щорічно становить майже 21,2 млн. т, зокрема, 19,2 (90 %) – від автомобільного транспорту, і 2,0 млн. т, від інших викидів [110].

Таким чином, актуальним та перспективним напрямом досліджень є проведення екологічного моніторингу у міських агломераціях та розроблення методів зниження шкідливого впливу транспорту на довкілля шляхом упорядкування дорожнього руху. Це дозволить забезпечити достатній рівень екологічної безпеки у міських агломераціях визначенням першочерговості та обсягу виконання природоохоронних заходів та улаштування пунктів екологічного моніторингу прикладними, програмними, організаційними і технічними засобами щодо його проведення.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

3 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика автотранспорту, склад і властивості відходів

Поряд із перевагами, які забезпечує суспільству розвинута транспортна мережа, її прогрес так само супроводжується негативними наслідками – негативним впливом транспорту на навколишнє середовище. Автомобільний парк, є практично основним джерелом забруднення навколишнього середовища, а також одним із джерел, що створює високий рівень шуму й вібрацію. Екологічні збитки від експлуатації автотранспортних засобів зумовлені токсичними викидами. У багатьох великих містах на частку автотранспорту доводиться понад 70 % від загальної кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Будучи найбільшим споживачем природного палива, автотранспорт істотно впливає на збільшення концентрації в атмосфері вуглекислого газу і, тим самим, на процес глобального потепління клімату у світі.

Автомобільний парк України станом на 2019 рік налічував близько 9,5 млн. автомобілів. Відзначається стійка тенденція зростання чисельності автотранспортних засобів, що знаходяться в особистому користуванні. Середній вік автомобілів залишається значним і становить 15-20 років, в тому числі близько 7-10% автопарку експлуатується понад 15 років, повністю зношені і підлягають списанню. Така експлуатація призводить до непродуктивної витрати палива і збільшення викиду в атмосферу забруднюючих речовин.

В промислово розвинутих країнах основним джерелом забруднення атмосфери є автотранспорт, парк якого безупинно росте. Якщо в 1900 р. на планеті нараховувалося біля 6 тис. автомобілів, то до 2000 р. чисельність світового парку автомашин досягла 500 млн. одиниць, на сьогоднішній день їх кількість складає понад 1 млрд. одиниць. Повітря забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого постійно збільшується у всьому світі.

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			<i>ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		

Майже всі складові вихлопних газів автомобілів шкідливі для людського організму, а оксиди нітрогену до того ж беруть активну участь у створенні фотохімічного смогу.

Досягнутий рівень автомобілізації в Україні на сьогоднішній час в 2-4 рази нижче цього рівня в західних країнах. Вироблені в Україні моделі автомобілів на 8-10 років відстають за всіма основними показниками (економічність, екологічність, надійність, безпека) від автомобілів, що випускаються в промислово розвинених країнах. До того ж автотранспортні засоби вітчизняного виробництва не відповідають сучасним екологічним вимогам. В умовах швидкого зростання автомобільного парку це призводить до ще більшого негативного впливу на навколишнє середовище. Автотранспорт зберігає лідерство в забрудненні атмосфери міст.

Людство створило багато способів і засобів для переміщення, розрізняють: гужовий, автомобільний, сільськогосподарський (трактори і комбайни), залізничний, водний (річковий і морський), повітряний і трубопровідний транспорт.

Автомобільним транспортом перевозять понад 60% пасажирів і вантажів. Автомобілі поділяються на транспортні (вантажні і пасажирські), спеціальні і спортивні. Вантажні автомобілі призначені для перевезення вантажу і пасажирів, спеціальні – для виконання різних технічних функцій (підйомні крани, пересувні компресори та ін.), спортивні – переважно для досягнення певних рекордів швидкості та інших спортивних досягнень.

Автомобілі розрізняють також за родом двигуна. В залежності від роду встановленого двигуна автомобілі бувають таких типів: автомобілі з бензиновим двигуном внутрішнього згорання, дизельні автомобілі, що працюють на дизельному паливі та автомобілі з газовими та комбінованими двигунами.

Транспорт грає унікальну роль, зв'язуючи всі найважливіші сфери матеріального виробництва в єдину систему господарської діяльності. Жодна з них не може розвиватися без тих чи інших видів транспорту.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Земна куля покрита густою мережею шляхів сполучення. Протяжність магістральних автомобільних доріг світу з твердим покриттям перевищує 12 млн. км, повітряних ліній - 5,6 млн. км, залізниць - 1,5 млн. км, магістральних трубопроводів близько 1,1 млн. км, внутрішніх водних шляхів - понад 600 тис. км, морські лінії складають не один мільйон кілометрів. Для порівняння: окружність Землі по екватору становить близько 40 тис. км, відстань від Землі до Місяця - близько 380 тис. км.

За оцінкою фахівців в середньому внесок окремих видів транспортних засобів, наприклад, в забруднення атмосфери, наступний: автомобільний - 85%; морський та річковий - 5,3%; повітряний - 3,7%; залізничний - 3,5%; сільськогосподарський - 2,5%.

Однією з найбільш важливих експлуатаційних властивостей автомобільного транспорту, що визначає його якість та безпеку, є екологічність. Міжнародні стандарти на системи якості вводять поняття так званої «петлі якості», що встановлює вимоги до продукції, процесів або послуг на всіх стадіях їх життєвого циклу (рис. 3.1), починаючи з проектування і закінчуючи утилізацією. Це повною мірою відноситься і до автомобільного транспорту.

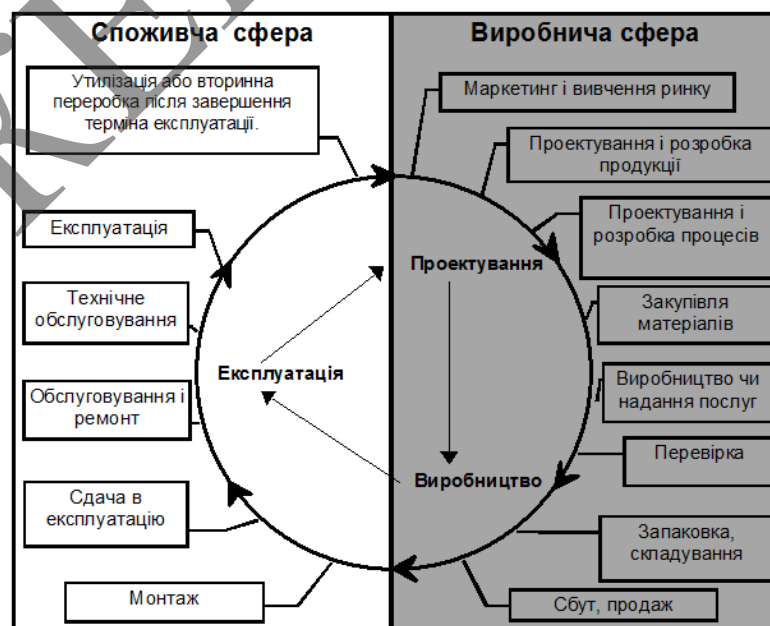


Рис. 3.1. Петля якості

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Автомобільний транспорт треба розглядати в комплексі, як індустрію, пов'язану з виробництвом, технічним обслуговуванням і ремонтом, експлуатацією, утилізацією автомобілів, виробництвом паливно-мастильних та експлуатаційних матеріалів, будівництвом та обслуговуванням дорожньо-транспортної мережі.

Узагальнено можна сформулювати такі негативні впливи автомобілів на довкілля.

Перша група пов'язана з виробництвом автомобілів. На автомобілебудівних підприємствах джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря є технологічне обладнання й агрегати, що застосовуються у виробництві заготовок, у ковальськопресових, термічних, гальванічних, механоскладальних, зварювальних, лакофарбових і ливарних цехах [111]. Частка підприємств машинобудування в загальному обсязі викидів шкідливих речовин в атмосферу не перевищує 3 %. Передусім, це відхідні гази чавуноливарного та сталеливарного виробництва. На 1 т чавуну припадає 10–12 кг пилу і 150 кг чадного газу, а на 1 т сталі, відповідно, 6–8 і 50 кг. Внаслідок роботи технологічного устаткування в атмосферу надходять масла, пари, аміак, ціаністий водень, аерозолі, флориди, металевий та абразивний пил, уайт-спірит, сірководень, двооксид сірки, оксиди азоту й інші шкідливі речовини. На підприємствах машинобудування накопичується значна кількість твердих відходів, зокрема: амортизаційний брухт, як результат заміни зношених деталей і модернізації обладнання; відходи від виробництва прокату; відходи лиття; відходи від механічної обробки заготовок на верстатах.

Однією із причин забруднення навколишнього середовища підприємствами машинобудування є неочищені стічні води, що скидаються у водоймища й порушують біорівновагу. У складі стічних вод машинобудівних заводів переважають: кремнезем, оксиди заліза, алюмінію, кальцію, магнію (виробництво литва); мастила й окалина (прокатне виробництво); кальцинована сода, фосфат натрію, триетаноламін, металевий та абразивний пил, мінеральні

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

мастила (механічне виробництво); ціаніди, сірчана та азотна кислоти, мідь, нікель, олово, хром, цинк (гальванічне й лакофарбове виробництво).

Використання металевих відходів у машинобудуванні сприяє скороченню енергоємності, трудомісткості й собівартості продукції. Ефективним засобом є утилізація відходів без переплавки з попереднім їх сортуванням. Для переробки складного за вмістом металобрухту особливе значення має застосування кріогенної технології, що ґрунтується на фізичних властивостях вторинних металевих і неметалевих відходів із наступним їх охолодженням до дуже низьких температур. Найбільш прогресивною технологією переробки стружки під тиском є порошкова технологія, що дозволяє в багатьох випадках обійтися без лиття деталей. Тверді відходи ливарного виробництва залежно від вигляду та стану можна утилізувати також переплавою на основі технологічного процесу регенерації піску формувальних сумішей. Утилізації підлягають також тверді відходи полімерних матеріалів, гумотехнічні відходи й відходи деревини. Дедалі більшого значення набуває регенерація відпрацьованих мастил.

Витрати свіжої води на машинобудівних підприємствах у процесі знежирювання, травлення, гальванічного нанесення покриттів значно скорочуються завдяки застосуванню струминної, водоповітряної та протитечійно-каскадної систем. Також необхідним заходом зменшення екологодеструктивного впливу галузі є очищення вод, використаних у процесі виробництва. Машинобудівні підприємства використовують до 10 % від загальної кількості води, що споживає промисловість. Найбільше її використовують заводи з виробництва вантажних автомобілів (240 м³ на одиницю продукції). При цьому середньорічні скиди стічних вод досягають 180 м³ на одиницю продукції. Отже, головними резервами для зменшення шкідливого впливу в цій групі є вдосконалення наявних технологій, зменшення енергоємності та раціональне використання ресурсно-сировинної бази.

Друга група зумовлена експлуатацією автомобілів. Насамперед це виділення шкідливих вихлопних газів, витрата паливно-мастильних та експлуатаційних матеріалів, шумове забруднення.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

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

Найбільш несприятливими режимами роботи є малі швидкості і «холостий хід» двигуна, коли в атмосферу викидаються забруднюючі речовини в кількостях, які значно перевищують викид на навантажувальних режимах. Технічний стан двигуна безпосередньо впливає на екологічні показники викидів. Відпрацьовані гази ДВЗ з неправильно відрегульованим запалюванням і карбюратором містять оксид вуглецю в кількості, що перевищує норму в 2-3 рази.

Транспортні засоби для своєї роботи використовують в основному паливо, що отримується з нафти. До складу органічної маси нафтового палива входять наступні хімічні елементи: вуглець, водень, кисень, азот і сірка. Негорюча частина палива включає вологу і мінеральні домішки. Продуктами повного згоряння палива є вуглекислий газ, водяна пара і діоксид сірки. При недостатньому надходженні кисню відбувається неповне згоряння, в результаті чого замість вуглекислого газу утворюється чадний газ.

Відпрацьовані гази ДВЗ містять близько 200 компонентів. Період їх існування триває від декількох хвилин до 4-5 років.

Специфіка рухомих джерел забруднення (автомобілів) проявляється:

- у високих темпах зростання чисельності автомобілів в порівнянні з ростом кількості стаціонарних джерел;
- у їх просторовій розосередженості (автомобілі розподіляються за територією і створюють загальний підвищений фон забруднення);
- у безпосередній близькості до житлових районів (автомобілі заповнюють всі місцеві проїзди і двори житлової забудови);
- у більш високій токсичності викидів автотранспорту в порівнянні з викидами стаціонарних джерел;
- у складності технічної реалізації засобів захисту від забруднень рухомих джерел;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

- у низькому розташуванні джерела забруднення від земної поверхні, в результаті чого відпрацьовані гази автомобілів скупчуються в зоні дихання людей і слабкіше розсіюються вітром в порівнянні з промисловими викидами, які, як правило, мають димові і вентиляційні труби значної висоти.

Перераховані особливості рухливих джерел призводять до того, що автотранспорт створює в містах великі зони зі стійким перевищенням санітарно-гігієнічних нормативів забруднення повітря [107].

Забруднення атмосфери рухомими джерелами (автотранспортом) відбувається в більшій мірі відпрацьованими газами через випускную систему автомобільного двигуна, а також, в меншій мірі, картерними газами через систему вентиляції картера двигуна вуглеводневими випаровуваннями бензину з системи живлення двигуна (бака, карбюратора, фільтрів, трубопроводів) при заправці і в процесі експлуатації.

Картерні гази вносять свою частку в забруднення атмосферного повітря. Їх кількість в двигуні зростає зі збільшенням зносу. Крім того, вона залежить від умов руху і режиму роботи двигуна. На холостому ході система вентиляції картерних газів, якою оснащені практично всі сучасні двигуни, працює менш ефективно, що погіршує екологічні показники автомобілів.

Випари бензину в автомобілі відбуваються при роботі двигуна і в неробочому стані. Внутрішня порожнина бензобака автомобіля завжди з'єднується з атмосферою для підтримки тиску всередині бака на рівні атмосферного в міру споживання бензину. Це необхідно для нормальної роботи всієї системи живлення двигуна, але в той же час створює умови для випаровування легких фракцій бензину і забруднення ними повітря.

Коли говорять про склад ВГ автомобільних двигунів, називають одні й ті ж речовини: окис вуглецю, оксиди азоту, частинки сажі і вуглеводні. Але дуже рідко згадують про те, що ці компоненти складають тільки невелику частину загальної маси ВГ. Тому, перш ніж описувати окремі компоненти, слід показати їх приблизну частку в загальній масі ВГ бензинових двигунів і дизелів.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

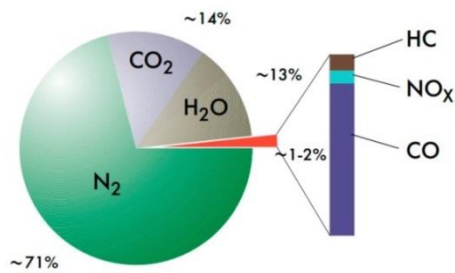


Рис. 3.2 - Склад ВГ бензинових двигунів

В ВГ бензинових двигунів може також бути присутнім в невеликій кількості двоокис сірки SO₂.

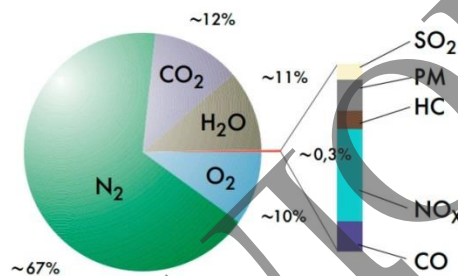


Рис. 3.3 - Склад ВГ дизелів

Наведена нижче схема (рис. 3.4) повинна дати загальне уявлення про речовини, що потрапляють в двигун і речовини, які виходять з нього в складі ВГ.

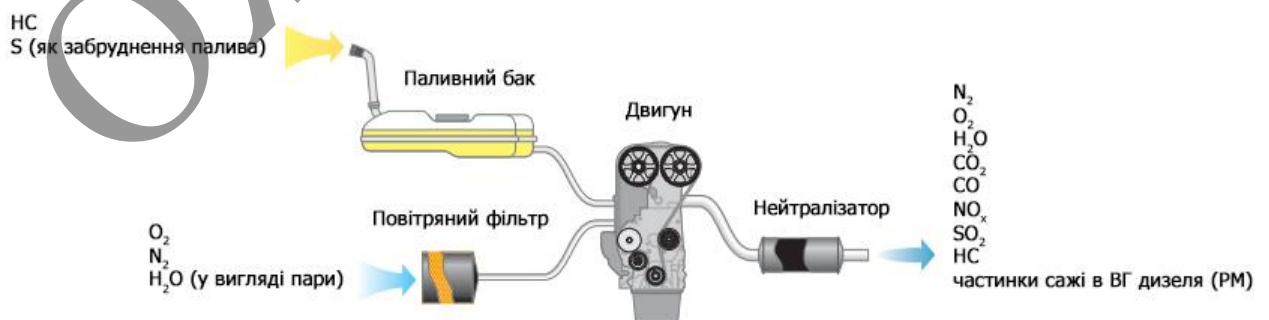


Рис. 3.4 - Схема утворення ВГ

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Вихлопні гази (або відпрацьовані гази, ВГ) - основне джерело токсичних речовин двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) - це неоднорідна суміш різних газоподібних речовин з різноманітними хімічними і фізичними властивостями, що складається з продуктів повного і неповного згорання палива, надлишкового повітря, аерозолів і різних мікродомішок (як газоподібних, так і у вигляді рідких і твердих частинок), що надходять з циліндрів двигуна в його випускну систему. У своєму складі вони містять більше 200 речовин, більшість з яких токсичні [106].

Аналіз заходів зі зниження токсичності відпрацьованих газів автомобілів дозволяє виділити такі основні напрями [111]:

1. Використання нових типів силового устаткування з мінімальним викидом шкідливих речовин.

2. Заміна конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів з метою зниження токсичності відпрацьованих газів. Вдосконалення конструкції і робочих процесів бензинових двигунів спрямоване на підвищення стійкості займання і швидкості згорання збіднених пально-повітряних сумішей, які забезпечують низьку токсичність відпрацьованих газів. Автомобіль стає екологічно набагато «чистішим» у разі застосування електронних систем управління, які оптимізують роботу двигунів, гальмівних систем тощо.

3. Застосування пристроїв очищення або нейтралізації відпрацьованих газів. Для автомобілів із бензиновими двигунами дуже ефективні каталітичні нейтралізатори потрійної дії. Для автомобілів із дизелями застосовують фільтри, які очищають відпрацьовані гази від сажі.

4. Використання альтернативного або зміна характеристик традиційного пального. До перспективного пального зі зниженим рівнем токсичності вихлопних газів відносять водень, етанол, метанол, стиснений природний і зріджений нафтовий газ, неетильовані високооктанові бензини. Зниження рівня впливу на водні ресурси автомобільного транспорту пов'язане з організацією оборотного водопостачання у процесах миття автомобілів.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

Враховуючи невисокі вимоги до складу води, що подається на мийку, доцільним є її очищення після використання механічними (проціджування, відстоювання) та фізико-хімічними (флотация, використання коагулянтів, адсорбентів тощо) методами. Зниження рівня накопичення твердих відходів від експлуатації автомобіля ґрунтується на застосуванні різних способів утилізації відпрацьованих шин. Особливо істотним є негативний вплив автотранспорту в середніх і великих містах, де концентрація цього виду транспортних засобів найбільша, що становить суттєву проблему для населення таких міст, насамперед для тієї його частини, що проживає в житлових будинках чи житлових масивах, розташованих поблизу великих транспортних артерій, перехресть, місць паркування, гаражів тощо. Перспективу поступового вирішення цієї проблеми повинно дати запровадження підвищених стандартів та вимог до екологічної безпеки автомобільного транспорту, стимулювання використання найменш шкідливих для довкілля видів палива, додержання вимог щодо заборони розташування місць скупчення автотранспорту в безпосередній близькості до зон проживання людей. Крім того, рівень негативного впливу на довкілля значною мірою визначається правильною організацією руху автотранспорту. Зокрема, найбільший викид шкідливих речовин відбувається при гальмуванні, розгоні й додатковому маневруванні автомобілів. У зв'язку з цим створення дорожніх «розвлоків», правильна установка світлофорів, регулювання руху транспорту за принципом «зеленої хвилі» суттєво скорочує потрапляння в атмосферу забруднюючих речовин, а також сприяє збереженню транспорту. Засобами зменшення викидів від автотранспорту можуть стати технічні, технологічні та організаційні заходи впливу для покращення стану атмосферного повітря, а саме:

- здійснення постійного контролю за якістю нафтопродуктів, які реалізуються шляхом оптової та роздрібною торгівлі, поступове переведення автомобілів на альтернативні види пального;
- перехід пасажирського транспорту на екологічно найбільш «чистий» вид транспорту – електротранспорт;

						<i>РМ.00.01.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

- виведення потоків транзитного транспорту за межі населених пунктів, скорочення кількості автостоянок та паркувальних майданчиків у центрах міст, густозаселених житлових масивах та місцях масового відпочинку населення;
- оснащення автомобілів нейтралізаторами;
- впровадження практики європейських країн щодо введення податку на використання автомобілів із великим вмістом забруднюючих речовин у відпрацьованих газах одночасно з поступовим виведенням таких автомобілів із експлуатації. Водночас не менш важливим завданням є вирішення питання розширення доріг з якісно поліпшеним покриттям, збільшення кількості метанових заправок, активізація робіт із переведення автотранспорту на використання природного газу й біопалива тощо.

Третя група пов'язана з автомобільними шляхами. Автомобільна дорога, як інженерна споруда, прокладена на місцевості, спричиняє такі негативні впливи на навколишнє середовище.

Вилучення місцевих природних ресурсів. Відчуження земель під автомобільні дороги, АЗС, зупинки, сервісні та ремонтні підприємства. В Україні налічується близько 170 тис. км. Доріг загального користування та близько 150 тис. км. Доріг місцевого значення без врахування вулиць міст населених пунктів. На будівництво 1 км сучасної автомагістралі потрібно до 10-12 га площі. Крім цього, додаткові площі необхідні для технологічних цілей: складів зберігання будівельних матеріалів, місць стоянок, тимчасових споруд, розміщення знятого з дороги ґрунту. Великі площі займають також транспортні розв'язки до 1,5 га при перетині двосмугових доріг та до 35 га при перетині шестисмугових доріг. Зняття родючого шару ґрунту, добування піску, кам'яних матеріалів.

Зміна рельєфу місцевості. Облаштування насипів та виїмок, утворення глибоких кар'єрів після видобування ґрунту, насипання відвалів ґрунту.

Гідротехнічні роботи. Осушування заболоченої місцевості та влаштування насипів на болотах, зміна стоку поверхневих вод та русел водотоків.

						РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Технологічні забруднення. Використання будівельних матеріалів призводить до забруднення прилеглої території токсичними речовинами. Використання протижеледних сумішей пригнічує природну рослинність, забруднює водойми та водотоки.

Порушення нормального функціонування екосистем. При перетині штучних споруд змінюється середня швидкість вітрів. Дороги перешкоджають шляхам міграції тварин. Мостові переходи переформовують берегову лінію, змінюють поперечний переріз течії, внаслідок чого порушується гідравлічний режим потоку, з'являються розмиви, можуть бути знищені місця нересту риб та їх зимувальні ями.

Автодороги є джерелом утворення пилу. Під час руху стирається дорожнє покриття і автомобільні шини. До цього додається також бруд з ґрунту, нанесений на проїзну частину, тому утворюється пил, який вітер може переносити на відстань до сотень кілометрів. Склад пилу та його кількість залежать від матеріалу дорожнього покриття. Гравієві дороги утворюють пил переважно з діоксиду кремнію, ґрунтові – на 90 % з кварцевих частинок, на дорогах з асфальтобетонним покриттям до складу пилу додатково входять продукти зношування, що містять бітум. Пил також створює передумови для виникнення дорожньо-транспортних пригод під час дощу, оскільки зменшується коефіцієнт зчеплення шин з опорною поверхнею. Пил осідає також на сільськогосподарські культури, висаджені поблизу дороги, тому вони накопичують шкідливі речовини.

Четверта група поєднує проблеми утилізації автомобілів, що відпрацювали свій термін, шин, акумуляторів, регенерації олив та інших технологічних рідин. Нині автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, серед яких легкових автомобілів – 6,9 млн., вантажних – 1,3 млн., автобусів – 250 тис, мототранспорту – більше 840 тис. Їх середній вік становить близько 16 років. У 2018 р. ринок бувших у споживанні автомобілів утрічі перевищував продаж нових авто. Тільки в грудні 2018 р. українці імпортували рекордну кількість так званих «євроблях» – 22 тис., на що вплинуло

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

PM.00.01.ПЗ

дві причини – закінчення терміну дії пільгового закону про розмитнення, а також початок дії з 26 листопада 2018 р. нового закону, що легалізує в Україні «єробляхи». Понад 60 % завезених легкових автомобілів старші 8 років, а близько 27 % автомобілів старше 30 років.

У результаті тривалої експлуатації фізичні й хімічні процеси, що відбуваються в автомобілі, призводять до зносу його основних вузлів і механізмів, збільшення кількості шкідливих викидів в атмосферу, порушення регулювань, збільшення кількості неполадок та погіршення технічного стану. Щороку в Україні відбувається до 20 % ДТП через несправний технічний стан транспортних засобів через зниження коефіцієнта безпеки автомобіля Кба, який для нового автомобіля становить 1,0, для п'ятирічного 0,7 - 0,8, а десятирічного - 0,4 - 0,5. Тому слід виводити з експлуатації автомобілі з тривалим терміном експлуатації.

Рада Європейського Союзу у 1997 році прийняла Директиву 97/С 337/02 «Транспортні засоби, що вийшли з експлуатації». У лютому 1999 року в цю Директиву були внесені поправки, за якими автомобілі починаючи з 01.01.2005 р. повинні утилізуватися як мінімум на 85 % по масі шляхом повторного використання окремих вузлів і деталей, рециркулювання матеріалів, або спалюванням відходів із використанням теплової енергії. З 01.01.2015 р. частка утилізації по масі повинна становити як мінімум 95 %.

Згідно з директиви всі витрати, пов'язані з утилізацією старих автомобілів, лягають на автовиробників. Ті, у свою чергу, закладають витрати на утилізацію у вартість нових авто.

У деяких країнах (Росія) встановлено на законодавчому рівні окремі тарифи за транспортування, зберігання та утилізацію автомобільного металобрухту.

У США утилізація зношених транспортних засобів є бізнесом з оборотом понад 8 млрд. доларів.

В Україні Закон «Про утилізацію транспортних засобів» було прийнято Верховною Радою України в 2013 році. Цей Закон визначає правові,

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної з утилізацією транспортних засобів на території України з метою забезпечення екологічної безпеки, охорони навколишнього природного середовища, життя та здоров'я громадян [112]. Для реалізації цього Закону ввели екологічний збір на імпортовані автомобілі. Залежно від об'єму двигуна податок становив від 4,7 до 30 тис. гривень. Але у 2014 році під впливом автомобілістів і представників бізнесу збір відмінили, а Закон так і не набув чинності. Фахівці вважають, що цей Закон має недоліки. У ньому не вказано, які машини підлягають утилізації. Ні вимог до віку транспортного засобу, ні до технічного стану не прописано, тому вийшло, що утилізація – справа добровільна і власники не поспішили здавати свої автомобілі на переробку. Мережа утилізаційних закладів так і не запрацювала. Цей Закон не стимулює здавати автомобіль на утилізацію на відміну від країн Євросоюзу. Наприклад, у Франції передбачено великі штрафи, якщо власник не здає автомобіль в утилізацію після закінчення терміну експлуатації. У Норвегії при купівлі нового авто закладений утилізаційний збір, який повертається при здачі авто в утилізацію. Тому українці в кращому випадку розбирають автомобілі на деталі, частину з яких продають, а іншу здають у пункти приймання металолому, або взагалі кидають автомобілі ржавити на подвір'ї.

Для покращення ситуації з утилізацією автомобілів, спираючись на світовий досвід, необхідно внести зміни до Закону України «Про утилізацію транспортних засобів», де:

- передбачити великі штрафи для автовласників, якщо вони не здають автомобіль в утилізацію після завершення терміну експлуатації та закинути автомобілі;
- закласти в ціну нового та імпортованого авто утилізаційний збір;
- встановити податок на автомобілі залежно від віку автомобіля;
- посилити штрафні санкції за викиди понад норму шкідливих речовин в атмосферу;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

- забезпечити стабільну державну фінансову підтримку заходів з утилізації.

3.2 Вплив забруднень автотранспорту на навколишнє середовище та людину

3.2.1 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.

Грунтоотруйні процеси і деградація природних екосистем. При будівництві і експлуатації доріг, трубопроводів, аеродромів відбуваються грунторуйнуючі 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 в решті-решт трансформуються в яри. Цей вид термокарсту називається дорожньо-коліїним.

Природні комплекси, розташовані поблизу насипів залізничних і шосейних доріг, поступово трансформуються і деградуєть. 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 нафто-

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

РМ.00.01.ПЗ

газотрубопроводів 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).

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 густотою 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.

Негативний вплив на людей та інших живих організмів викликають електромагнітні поля, що виникають вздовж магістральних ліній електропередач, особливо високовольтних. Встановлено, що у людей виникає

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

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, насакаючи 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 [111].

3.2.2 Вплив автотранспорту на природне середовище і людину

Автомобіль забруднює атмосферне повітря не тільки токсичними компонентами відпрацьованих газів, парами палива та мастил, але і продуктами зносу шин, гальмівних накладок та ін. 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.

Автомобіль негативно впливає практично на всі складові біосфери: атмосферу, водні ресурси, земельні ресурси, літосферу і людину.

Вплив транспорту на екосистеми полягає у:

- споживанні природних ресурсів - атмосферного повітря, яке необхідне для перебігу робочих процесів в двигунах внутрішнього згоряння транспортних засобів, нафтопродуктів і природного газу, які є паливом для ДВЗ, води для систем охолодження ДВЗ і мийки транспортних засобів, виробничих і побутових потреб підприємств транспорту, земельних ресурсів, відчужених під будівництво автомобільних доріг і залізниць, аеродромів, трубопроводів, річкових і морських портів і інших об'єктів інфраструктури транспорту;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

- забрудненні атмосфери, водних об'єктів і земель, зміні хімічного складу ґрунтів і мікрофлори, утворенні виробничих відходів, шлаків, забруднення ґрунтів мазутом, котельних шлаків, золи і сміття. Забруднюючі речовини, окрім шкідливого впливу на живу природу, негативно впливають на створені людиною системи - особливо на будівельні матеріали, історичні архітектурні і скульптурні пам'ятники та інші витвори мистецтва, викликають корозію металів, псування шкіряних і текстильних виробів.

- виділенні теплоти в довкілля під час роботи ДВЗ і установок, в яких спалюють паливо на транспортних виробництвах;

- створенні високих рівнів шуму і вібрації та електромагнітних випромінювань;

- можливості активації несприятливих природних процесів, таких як водна ерозія, заболочення місцевості, утворення сільових потоків, зсувів і обвалів;

- травмуванні та загибелі людей, тварин, нанесення великих матеріальних збитків внаслідок аварій і катастроф;

- порушенні ґрунтово-рослинного покриву і зменшенні врожайності сільськогосподарських культур [107].

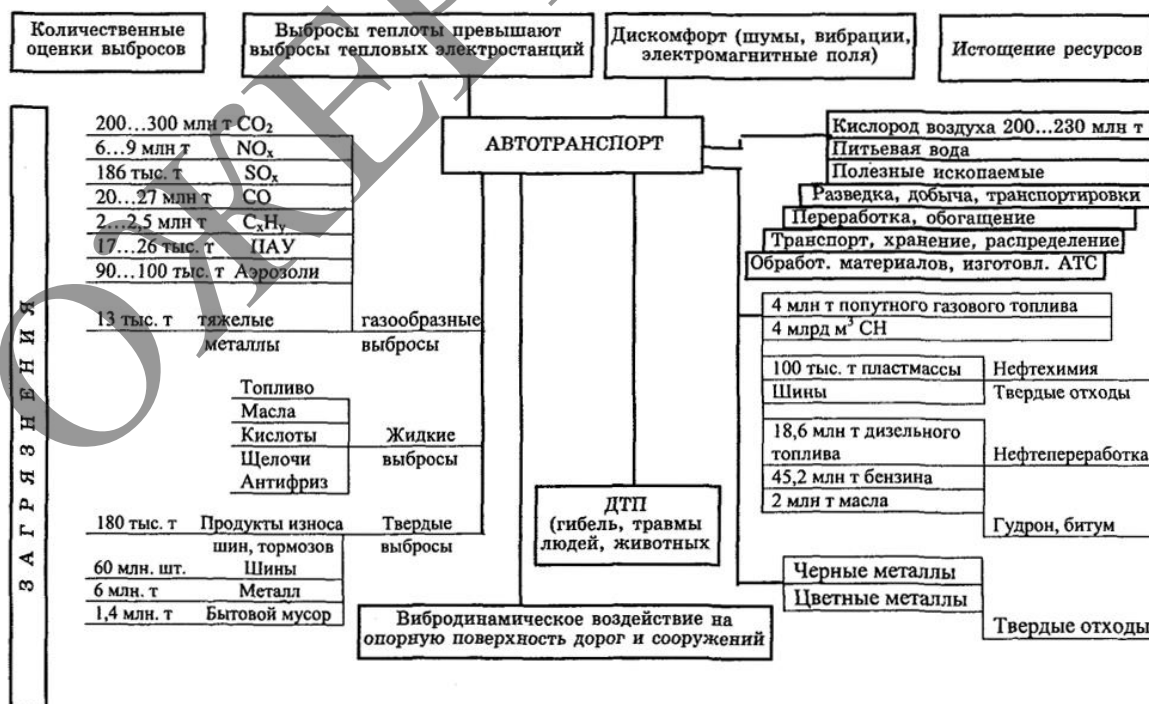


Рис. 3.5 - Масштабы влияния автомобилей на навколишнє середовище

Таблиця 3.1 - Класифікація основних видів впливу на компоненти біосфери різних видів транспорту

Об'єкт впливу				
Водойми	Ґрунт	Повітря	Флора і фауна	Людина
Основні види впливу				
Автомобільний транспорт				
Мінералізація, засолення, нафтопродукти.	Забруднення свинцем, органічними мастилами, розчинниками; засолення.	Викиди CO, C _n H _m , NO _x , C, SO ₂ .	Порушення ґрунтового покриву, забруднення придорожньої смуги.	Захворювання органів дихання, онкологічні захворювання, зменшення тривалості життя.
Залізничний транспорт				
Нафтопродукти, смоли, феноли, іони, важкі метали.	Неочищені стоки, розчинники.	Викиди CO, C _n H _m , NO _x , C, SO ₂ , золи, пилу.	Знищення лісових та сільськогосподарських угідь, зміна шляхів міграції тварин.	Хронічні захворювання, професійні захворювання, зменшення професійного довголіття.
Водний транспорт				
Нафтовмісні стоки, тверді та харчові відходи, господарчо-побутові стоки.	Забруднення прибережної смуги нафтою та органічними відходами.	Викиди CO, C _n H _m , NO _x , C, SO ₂ .	Зниження біопродуктивності морів та річок.	Професійні захворювання.
Повітряний транспорт				
Нафтопродукти.	Органічні та неорганічні викиди поблизу аеродромів.	Викиди CO, C _n H _m , NO _x , C, SO ₂ , твердих частинок.	Зменшення чисельності фауни.	Захворювання органів слуху, професійні захворювання.
Трубопровідний транспорт				
Забруднення органічними речовинами.	Забруднення речовинами, що перекачують та продуктами корозії.	Газоподібні органічні викиди.	Руйнація геобіоценозів, переривання шляхів міграції тварин.	Професійні захворювання через шумове навантаження, отруєння речовинами, що перекачують.

Автомобільний транспорт спричиняє забруднення, вплив яких на атмосферу має різний характер поширення.

Таблиця 3.2 - Поширення забруднення автомобільного транспорту

Поширення і вплив	Тип забруднення
<i>Локальне.</i> Безпосередній вплив на живі організми, який відбувається поблизу джерела забруднення.	Сполуки азоту, сірки й альдегіди - причина легеневих хвороб; Оксид вуглецю - порушення постачання організму кисню; Сполуки свинцю - розлад центральної нервової системи; Поліциклічні ароматичні вуглеводні - зростання ризику захворювання раком; Шум - порушення органів слуху та роботи ендокринної системи; Електромагнітні коливання - їх вплив на організм пов'язаний з перенесенням енергії.
<i>Регіональне.</i> Вплив на живі організми через зміну факторів оточуючого середовища в певному регіоні поширення забруднення.	Сполуки азоту і сірки - спричинення кислотних опадів; Сполуки азоту, вуглеводні, сполуки сірки, сажа - складові смогів.
<i>Глобальне.</i> Опосередкований вплив через порушення умов існування живих істот у масштабі планети.	Хлорфторвуглеводневі сполуки (ХФВ) - порушення озонового шару; ХФВ, вуглекислий газ - порушення парникового ефекту і, як результат, потепління клімату.

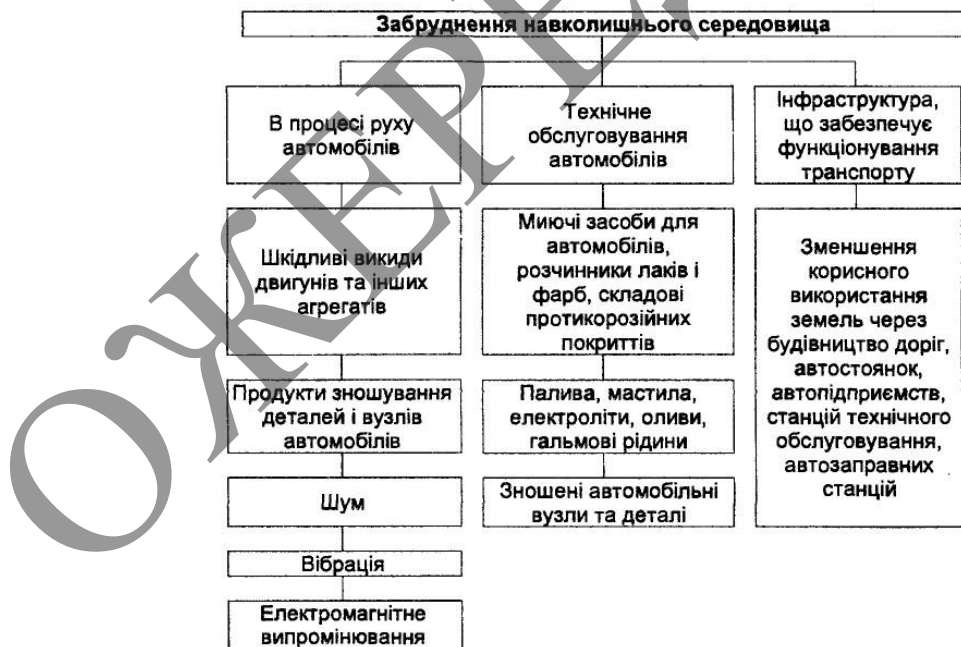


Рис. 3.6 - Шкідливий вплив автомобільного транспорту на довкілля

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, шії, 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 та ін. Навіть невелика їх кількість може різко скоротити або повністю ліквідувати здатність водойм до самоочищення, робить великі обсяги води непридатними для пиття і господарських цілей [111].

3.3 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.

I група. 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.

II група. 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

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

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 слабкого отруєння, а при 1% настає втрата свідомості після кількох зітхань. Додамо до сказаного, що оксид вуглецю може бути непрямую причиною численних аварій на дорогах. Його дія на водія автомобіля 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.

III група. 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 метагемоглобіну, при 0,008% - набряк легенів.

IV група. 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.

V група. 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.

VI група. До 6-ї групи входить сажа (ГДК 4 мг/м³, III кл.), що викликає подразнюючу дію на органи дихання. Частилки 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,

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

запалення легенів, а також людей похилого віку. Дослідження, проведені в США, показали, що 50-60 тис. осіб помирають щороку від забруднення повітря сажею.

VII група. 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.

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% сполук, що потрапили в нього.

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 [113].

Основні забруднюючі речовини

Оксид вуглецю. Основний негативний вплив оксиду вуглецю на організм людини полягає у порушенні газового обміну в організмі. Гемоглобін крові в легенях у 240 разів швидше сполучається з оксидом вуглецю, ніж з киснем, утворюючи карбоксигемоглобін (СОНЬ), і втрачає здатність переносити кисень від легенів до окремих органів та виносити з них вуглекислий газ. Міра впливу

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

оксида вуглецю на організм людини залежить від концентрації його в атмосфері і від тривалості впливу. Вміст CO у повітрі 0,01% з тривалістю дії більше однієї години викликає головний біль, погіршення реакції та зменшення працездатності. Більші концентрації CO спричиняють більш важкі наслідки, аж до втрати свідомості. Довготривале вдихання CO призводить до серцево-судинних захворювань, появи атеросклерозу, ураження центральної нервової системи, виникнення інфаркту міокарда, розвитку легеневих захворювань. Особливо впливає оксид вуглецю на людей, що страждають коронарною недостатністю. Високі концентрації CO призводять до втрати свідомості, навіть до смерті. Дослідження показали, що перебування в атмосфері із вмістом CO лише 0,001-0,0015% протягом 8 годин спричиняє у окремих людей погіршення здатності до сприйняття часу. Процес утворення карбоксигемоглобіну є зворотним. За зупинки вдихання CO його концентрація на кожні 3-4 години зменшується удвічі.

Дослідження щодо впливу CO на рослинний світ довели, що за концентрації CO нижче 0,01% такого впливу не відбувається навіть у випадку витримки рослин в цій атмосфері протягом 3 тижнів, але в деяких дослідженнях погіршувалось утворення пилку.

Вуглеводневі сполуки. З великої кількості вуглеводнів, які містяться у відпрацьованих газах, найбільшої шкоди завдають ароматичні вуглеводні олефінового ряду, тобто ненасичені вуглеводні етилового ряду, що мають високу активність і є вихідними продуктами для утворення фотохімічного смогу. Вплив вуглеводнів на організм людини різноманітний: від виникнення неприємних відчуттів до появи різних захворювань. Характерною особливістю дії вуглеводнів на організм людини є їх вплив на центральну нервову систему. Великі концентрації вуглеводнів можуть призвести до наркотичного сп'яніння, що неприйнятно, особливо під час керування автомобілем. Окрім того, вуглеводні спричиняють виникнення серцево-судинних захворювань, аритмію серця, порушують діяльність шлунково-кишкового тракту, викликають зміни у складі крові.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Численними дослідженнями встановлено, що один із вуглеводнів - етилен - негативно впливає на рослини, викликаючи симптоми раннього старіння, хронічні ураження, відпадання квіток та плодів, припинення росту.

Особливу групу вуглеводнів складають канцерогени - речовини, що спричиняють ракові захворювання. Серед них особливою канцерогенною активністю відрізняється бенз(а)пірен ($C_{20}H_{12}$), що має вигляд кристалів жовтого кольору. Він добре розчиняється в олівах, жирах, сироватці людської крові, в місцях безпосереднього контакту кристалів з тканинами органів спричиняє виникнення злоякісних пухлин, має властивість накопичуватися в організмі людини і, досягнувши критичних концентрацій, спричиняє ракове захворювання.

Альдегіди. Основними альдегідами, що надходять у атмосферу з відпрацьованими газами, є формальдегід і акролеїн.

Формальдегід (мурашковий альдегід) - газ без кольору із задушливим, подразнюючим запахом. Охолоджуючись, перетворюється в рідину за температури $-21^{\circ}C$. Легко розчиняється у воді. Розчин, який містить 40% формальдегіду, називається формаліном. Газ шкідливо впливає на органи дихання і слизові оболонки, є дуже сильним подразником, вражає діяльність центральної нервової системи, печінки, нирок. За концентрації формальдегіду у атмосфері 0,007% має місце легке подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок очей і носа, за концентрації 0,18% - подразнення сильне. Запах сприймається людиною за концентрації 0,000015%, і це має бути сигналом, що перебування в такій атмосфері небезпечне.

Акролеїн - рідина без кольору із запахом підгорілих жирів. Температура кипіння $52,4^{\circ}C$. Пара акролеїну спричиняє сильне подразнення слизових оболонок очей. Вміст його в атмосфері 0,002% згубний, 0,0005% - важко переносимий, 0,00008% - для людини безпечний. Запах сприймається людиною за концентрації 0,00016%. Концентрація його в повітрі 0,014% може призвести до смерті через 10 хв. Вплив акролеїну на організм людини тотожний впливу формальдегіду.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Сажа. Відпрацьовані гази автомобілів є основним джерелом викиду в атмосферу твердих частинок і в першу чергу сажі (кіптяви). Частинки сажі розміром 0,5-2 мкм затримуються в легенях, викликаючи алергію.

Основна небезпека сажі полягає у тому, що на своїй поверхні вона адсорбує велику кількість вуглеводневих сполук, зокрема поліциклічних ароматичних вуглеводнів, і серед них найбільш активний і небезпечний - бенз(а)пірен. Саме за допомогою сажі ці сполуки надходять в організм людини через дихальні шляхи.

Крім того, як механічна домішка, сажа погіршує прозорість атмосфери, вона перебуває в повітрі у завислому стані до 8 діб.

Оксиди азоту. Основна частина оксидів азоту, які знаходяться в атмосфері, надходить з відпрацьованими газами автомобілів.

Оксиди азоту NO і NO₂ отруйні для організму людини, мають сильну подразнюючу дію, особливо на слизові оболонки, зокрема очей. Здатні глибоко проникати в легені, викликаючи пошкодження їх тканин. За високої концентрації можливі виникнення хронічних респіраторних захворювань і навіть смертельні випадки.

Двооксид азоту в концентрації 4-6 мг/м³ викликає порушення життєдіяльності рослин, пригнічуючи їх зростання. Тривалий вплив NO₂ призводить до хлорозу рослин (передчасного старіння).

Двооксид азоту є вихідним продуктом утворення озону під впливом ультрафіолетового випромінювання. А надмірне накопичення озону у приземному просторі дуже шкідливе. Крім того, NO₂ має вирішальну роль в утворенні фотооксидантів. Розчин NO₂ у воді є складовою «кислотних дощів».

Сполуки сірки. Сірчистий газ SO₂ - основний токсичний продукт сполук сірки, що надходить у атмосферу з відпрацьованими газами. У вільному стані SO₂, - це газ без кольору з різким запахом, кислий на смак, отруйний, подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Легко розчиняється у воді, утворюючи сірчисту кислоту H₂SO₃.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Газ вражає органи дихання, змінює склад крові, погіршує імунітет, порушує білковий обмін речовин в організмі. Крім того, він руйнує вітамін В1 у крові, збільшує накопичення цукру і білку.

Висока концентрація SO_2 в атмосфері викликає гострий бронхіт, задуху, можливу смерть внаслідок рефлексорного спазму горла.

Сполуки сірки SO_2 , SO_3 , H_2SO_3 і H_2SO_4 наносять значний збиток лісовому і сільському господарствам - вони закислюють ґрунт, підвищують вразливість рослин до захворювань. Окрім того, ці речовини є основними складовими класичного смогу і складовою «кислотних дощів».

Сполуки сірки наносять значних збитків комунальному господарству міст, руйнуючи металеві конструкції, бетон, піддають руйнації пам'ятки архітектури.

Сполуки свинцю. Наявність сполук свинцю в атмосферному повітрі міст, в основному, пов'язана з відпрацьованими газами бензинових двигунів, які живляться етилованим бензином.

Етилова рідина згорає в камерах згорання двигунів, утворюючи неорганічні сполуки - оксиди і солі, які завдяки виносникам аерозолями надходять у атмосферу. Зважені частинки розпорошуються в навколишньому середовищі. Значна частина сполук свинцю осідає на землю поблизу автомобільних доріг.

Аерозолі потрапляють в організм людини в процесі дихання. Окрім того, сполуки свинцю можуть потрапляти в організм людини крізь шкіру і разом з їжею. Вони викликають порушення функцій органів травлення, нервово-м'язової системи і мозку. Свинець і його сполуки здатні накопичуватися в організмі до небезпечних концентрацій, тому що погано виводяться з організму. Особливо вони небезпечні для дітей, оскільки уповільнюють їх фізичний і розумовий розвиток.

Продукти фотохімічного синтезу. В останній час, досліджуючи забруднення атмосфери міст і великих промислових центрів, велику увагу почали приділяти вмісту в ній озону. Раніше (до 1967 р.) вважалося, що наявність озону в повітрі свідчить про його чистоту. Зараз ця думка змінилась.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Через те, що озон - сильний окисник, він є проміжним продуктом фотохімічних реакцій в умовах забрудненої атмосфери. Дуже шкідливо озон впливає на рослинність, спричинюючи передчасне старіння, значне зменшення врожайності сільськогосподарських культур.

Окрім того, значні матеріальні збитки пов'язані з руйнацією пам'яток архітектури та мистецтва. Для запобігання руйнації синтетичних тканин, пластмас та виробів з гуми додають спеціальні добавки, що призводить до їх подорожчання.

Згубно діє озон на організм людини - спричиняє подразнення слизової оболонки, очей, кашель, задуху, спазми дихальних шляхів, а також призводить до виникнення серцево-судинних захворювань. Озон як токсичну речовину відносять до першого класу небезпеки. Особливо небезпечний він для дітей, тому що вони в результаті більш рухливого способу життя споживають значно більшу кількість повітря.

Утворені в результаті фотохімічних реакцій за участю озону оксиданти ПАН і ПБН подразнюють слизові оболонки людини, зменшують прозорість атмосфери, пошкоджують рослини, руйнують гуму, і ці властивості проявляються за дуже малих концентрацій.

Деякими дослідженнями встановлено, що за інтенсивного фотохімічного смогу спостерігається зростання захворюваності тварин. Особливу небезпеку оксиданти створюють для осіб з порушеннями органів дихання.

Таблиця 3.3 - Вплив концентрацій озону та фотооксидантів в повітрі на стан людини та довкілля

Концентрація, млн^{-1}	Тривалість дії, год.	Ефект
Озон		
0,02	1	Натягування та розтріскування гуми
0,03	8	Пригнічення рослинності
0,1	1	Спазми дихальних шляхів
2,0	2	Сильний кашель
Фотохімічні оксиданти		
0,05	4	Пошкодження рослин
0,1	4	Подразнення слизової оболонки ока
0,03-0,3	1	Погіршення спортивних показників

Арк.

PM.00.01.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Основні методи досліджень дорожнього руху в межах міських агломерацій

Залежно від мети дослідження, можуть бути використані різні методи визначення характеристик дорожнього руху: документальні, натурні, методи моделювання.

Документальні методи – ґрунтуються на вивченні і аналізі планових, звітних, статистичних і проектно-технічних матеріалів. До цієї групи методів ставляться також анкетні обстеження транспортних потоків і пасажиропотоків. У документальних методах використовуються залежності між обсягами руху й обсягами виробництва, щільністю населення транспортних районів, транспортною рухомістю населення і т.д. Документальні методи мають високу трудомісткість і, як правило, і низьку точність результату.

Методи натурних обстежень засновані на проведенні безпосередніх вимірів характеристик дорожнього руху у різних дослідних місцях. Інформацію можна одержати шляхом безпосередніх спостережень або за допомогою засобів автоматичної реєстрації.

Натурні обстеження діляться на локальні, зональні, регіональні. Локальні обстеження проводяться для вивчення інтенсивності, швидкості, складу потоків на перехрестях, окремих ділянках доріг, вулиць.

Зональні обстеження полягають в одержанні просторових і тимчасових характеристик у певній зоні. Ці обстеження є вибірковими.

Регіональні обстеження проводяться для одержання сумарних значень параметрів транспортних потоків у районі, місті, області. Вони використовуються для прогнозування тенденцій зміни характеристик потоків при будівництві, реконструкції об'єктів.

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		

Перевагами методів натурних обстежень є їхня простота, висока точність. Недоліки - висока трудомісткість обстежень, неможливість застосування цих методів для проєктованих об'єктів.

Методи моделювання, що базуються на використанні математичних і нематематичних (фізичних, аналогових) моделей зміни параметрів транспортних потоків. Наприклад, основне рівняння транспортного потоку - математична модель, яка описує взаємозв'язок між інтенсивністю, швидкістю й щільністю потоку. У порівнянні з методами натурних обстежень, методи моделювання мають більш низьку точність. Але при цьому, вони прості в застосуванні, не вимагають залучення великої кількості обліковців. Крім того методи моделювання застосовні для проєктованих об'єктів.

4.2 Методи досліджень екосистем

Для проведення досліджень екосистем необхідно за результатами натурних спостережень оцінити фізичний рівень викидів, ступінь впливу на довкілля автотранспортних потоків в конкретних міських умовах, визначити найбільш суттєві чинники.

Схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій наведено на рис. 4.1.

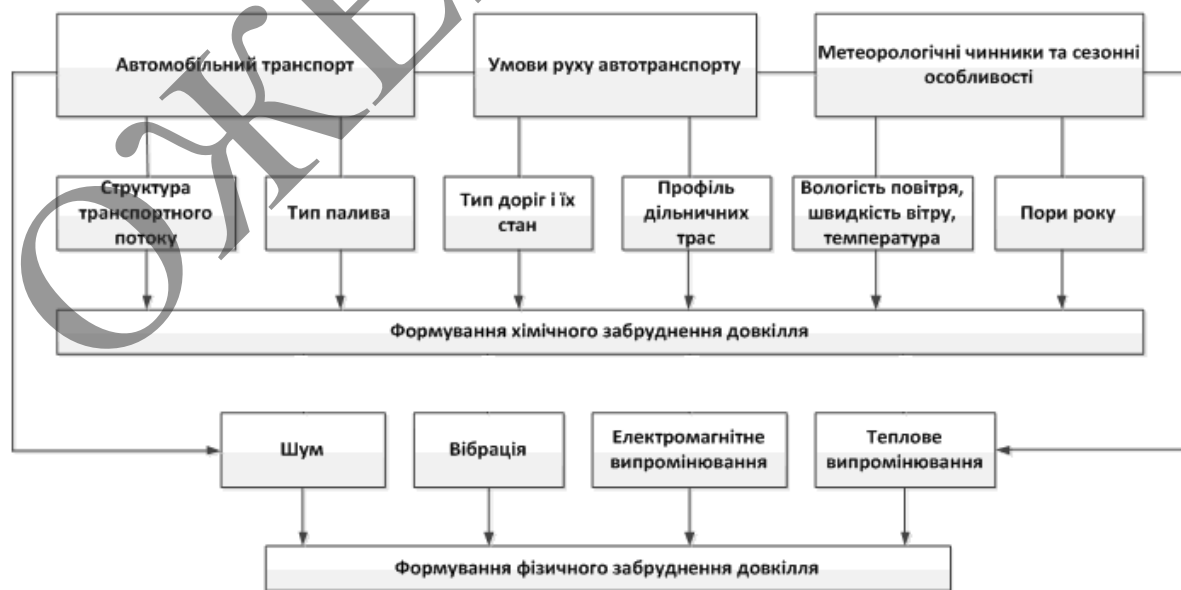


Рис. 4.1 – Схема формування хімічного і фізичного забруднення довкілля автомобільним транспортом міських агломерацій

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахунку кількості шкідливих речовин, що викидається автотранспортом в роботі [113] на основі експериментальних даних, одержаних при оцінці токсичних викидів автомобільних двигунів рекомендується використовувати коефіцієнти які дозволяють визначити кількість шкідливих речовин при спалюванні 1 кг палива за формулою:

$$M = k \cdot G, \quad (4.1)$$

де M – кількість виділяються шкідливих речовин, кг;

G - кількість палива, що витрачається, кг;

k - коефіцієнт, що дорівнює для бензинових двигунів ($k = 0,6$ для оксиду вуглецю, $k = 0,1$ для вуглеводнів та $k = 0,04$ для діоксиду азоту; для дизельних двигунів $k = 0,1$ для оксиду вуглецю, $k = 0,03$ для вуглеводнів та $k = 0,04$ для діоксиду азоту).

З наведених даних про коефіцієнт k у формулі (4.1) можна зробити висновок, що дизельні двигуни викидають менше шкідливих речовин, ніж бензинові на одиницю палива, що спалюється, але треба враховувати, що дизельні двигуни, які встановлюються на вантажних автомобілях, як правило, мають велику потужність і витрачають на одиницю шляху більше палива, ніж в середньому автомобілі з бензиновими двигунами. Крім того, у відхідних газах дизельних двигунів є в невеликій кількості канцерогенна речовина (бензопірен). Тому в ряді великих міст експлуатація транспорту з дизельними двигунами заборонена.

Автоматістралі з інтенсивним рухом слід розглядати як лінійне наземне джерело виділення шкідливих речовин.

Визначення середнього числа автомобілів, що знаходяться на дослідній ділянці шляху за формулою (4.2) [113]:

$$N = l/\Delta t, \quad (4.2)$$

де l – довжина заданої частини магістралі, м;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

N - число автомашин, що знаходяться в даний момент на заданій частині магістралі;

Δl – інтервал по довжині між автомобілями, м.

Інтервал по довжині між автомобілями можна розрахувати за формулою (4.3) [113]:

$$\Delta l = \Delta \tau \cdot v, \quad (4.3)$$

де $\Delta \tau$ – середній інтервал за часом між автомобілями, с;

v – середня швидкість автомобілів км/год. (м/с).

Середній інтервал за часом між автомобілями виражається за формулою (4.4) [113]:

$$\Delta \tau = 60/n, \quad (4.4)$$

де n – число автомобілів, що пройшли через контрольний пункт на цій частині автошляху в обидві сторони за 1 хв.

Вважаючи, що в середньому легкові і вантажні автомобілі з бензиновими двигунами витрачають 100 г палива на 1 км шляху, можна розрахувати витрату палива одного автомобіля за секунду [113]:

$$g = 0,1 \cdot v \quad (4.5)$$

Звідки витрата палива усіма автомобілями, що знаходяться на ділянці довжиною l визначають [113]:

$$G = n \cdot l / 600 \quad (4.6)$$

Знаючи загальна кількість спалюваного усіма автомобілями палива на дослідній ділянці автошляху, сумарний викид шкідливих речовин визначаємо за формулою (4.1) [113].

В якості загальноприйнятого узагальненого параметра при дослідженнях хімічного забруднення повітряного середовища взято індекс загазованості атмосфери який має такий вигляд:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

$$ІЗА = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{ГДК}}{n} \quad (4.7)$$

де M_i – фактичні концентрації i -того хімічного компоненту у викидах;
 n – кількість хімічних компонентів.

Для числового аналізу це простий і універсальний показник, що дозволяє поділяти ділянки території населених пунктів за рівнем безпеки та оцінити ефективність природоохоронних заходів.

Вираз (4.7) можна застосувати на локальному рівні, тобто на певній ділянці території і не дозволяє оцінити ступінь забруднення на певній території, де проживає більша частина населення.

Одним із важливих практичних завдань є розрахунок концентрацій шкідливих речовин, що викидають автотранспортом в атмосферу.

Вибір методу розрахунку величини забруднення атмосфери залежить від виду джерел викиду (лінійні, точкові, площинні), а також від їх висоти. Згідно з [113] джерела викиду шкідливих речовин за висотою діляться на чотири класи: високі джерела, $H > 50\text{м}$; джерела середньої висоти, $H = 10 - 50\text{ м}$; низькі джерела, $H = 2 - 10$; наземні джерела, $H \leq 2\text{м}$.

Джерела викиду шкідливих речовин автотранспортом відносяться до точкових, середньої висоти.

За одночасної сумісної присутності в атмосфері декількох шкідливих речовин безрозмірна концентрація q визначається за формулою (4.8) [113]:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \quad (4.8)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – розрахункові концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в одній і тій же точці місцевості;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – відповідні максимальні разові гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі.

Зведена до однієї речовини концентрація C розраховується за формулою:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

$$C = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \quad (4.9)$$

де C_1 - концентрація речовини, до якої здійснюється зведення;

$C_1, \dots, C_n, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – концентрації та ГДК інших речовин, що входять у групу сумачі.

Розрахунок концентрацій шкідливих речовин від автомобільного транспорту у приземному шарі атмосфери, а також на яку відстань вони розповсюджуються проводять за різними методиками [114]

Максимальне значення приземної концентрації шкідливих речовин C_m (мг/м³) під час викиду їх автомобільним транспортом після впровадження екологічно безпечного обладнання можна оцінити за методикою [114]:

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}} \quad (4.10)$$

де A - коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації атмосфери, що визначає умови горизонтального та вертикального розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

M - маса шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, г/с;

F - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливої речовини в атмосферному повітрі;

m, n - безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

H - висота джерела викиду над рівнем поверхні землі, м;

V - об'єм газоповітряної суміші, м³/с;

ΔT - різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається, і температурою навколишнього атмосферного повітря, К.

Об'єм газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot W_0}{4} \quad (4.11)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

де D - діаметр гирла джерела викиду, м;

w - середня швидкість виходу газоповітряної суміші з джерела викиду, м/с.

Коефіцієнт A приймають для несприятливих метеорологічних умов, за яких концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі від джерела викиду досягають максимального значення.

Величину ΔT в $^{\circ}\text{C}$ необхідно визначати, приймаючи температуру навколишнього атмосферного повітря T_0 , що дорівнює середній температурі зовнішнього повітря на 13-ту годину найтеплішого місяця року згідно з СНиП «Строительная климатология и геофизика», а температуру газоповітряної суміші T_2 , що викидається автомобільним транспортом - за діючими технологічними нормативами.

Величину безрозмірного коефіцієнта F приймають для газоподібних шкідливих речовин - 1, а величину безрозмірного коефіцієнта m залежно від параметра f , що має розмірність $\text{м/с}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$:

$$f = \frac{10^3 \cdot w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (4.12)$$

Величину безрозмірного коефіцієнта n визначають в залежності від величини параметра V_m , який розраховується за формулою (4.13):

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} \quad (4.13)$$

Аналізуючи формулу (4.10) для визначення максимальних концентрацій шкідливих речовин, можна зробити висновок, що тут не враховуються молекулярна дифузія, дисперсія, що формують ареали забруднення в атмосфері. Окрім цього, концентрація шкідливих речовин визначається тільки в приземному шарі атмосфери, а саме на висоті 2 м над поверхнею землі.

Вважається, що у місті 60-80% шуму створює рух транспортних засобів. Джерелами шуму під час руху транспорту є: силовий агрегат, системи впуску і випуску, агрегат трансмісії, колеса під час контакту з поверхнею дороги. Отже,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

погана дорога це не тільки проблема автомобілістів та транспортників, це й екологічна проблема [115].

У розвинутих країнах для зниження транспортного шуму вдаються до таких заходів [116, 117]:

- забезпечення рівномірного і вільного руху транспортних потоків;
- зниження інтенсивності руху та заборона руху вантажного транспорту у нічний час;
- перенесення транзитних магістралей і доріг для вантажного руху із житлових зон;
- побудова шумозахисних споруд та зелені насаджень;
- створення на придорожній території захисних смуг;
- побудова прозорих захисних шумових екранів.

Оцінка впливу автомобілізації на навколишнє середовище повинна враховувати те, що за останні два десятиліття масштаби антропогенної діяльності значно зросли і в окремих регіонах земної кулі вже співвіднесені з величиною природних ресурсів. Забезпечуючи комфортні умови для людини, автомобілізація як категорія суспільного прогресу прямо або побічно, але неминуче негативно впливає на екологічну систему. Прямий негативний вплив транспортної системи виявляється в підвищеному шумові, різноманітних випромінюваннях, викиді шкідливих речовин і дорожньо-транспортних пригодах.

В даний час у нас і за кордоном оцінка шуму з рівнем вище 80 дБ (А) найчастіше базується на виявленні впливу шуму на органи слуху [50]. Ступінь пошкодження їх залежить від рівня звуку і його тривалістю і від індивідуальної чутливості людини.

Від шумового забруднення придорожньої території страждають в першу чергу населення міст. Близько 30% міського населення проживає в умовах шумового дискомфорту (рівень шуму перевищує нормативний на 5-30 дБА).

На рівень шуму впливають такі фактори, як тип дорожнього покриття, ступінь його зносу і швидкість руху транспортних потоків.

						PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Основний шум при русі автотранспортних засобів, частіше вантажних, створюється при контакті пневматики з дорожнім полотном, тому один із заходів зниження шуму полягає в розробці структури пористих асфальтобетонних покриттів [68].

При санітарній нормі рівня шуму 60 дБА [115] значення для автомобілів реально складають: для легкового автомобіля 70 - 80, для вантажних та автобусів 80 - 95, мотоциклів 85-100 дБА.

Хаотичні шуми великої інтенсивності призводять до підвищеної млявості і можуть бути причиною порушення нормального функціонування різних систем організму. Встановлено, наприклад, що підвищений рівень шуму впливає на роботу гіпофіза (збільшується ріс гормонів) і на склад крові (збільшується вміст холестерину), пришвидшується кровообіг, збудливо діє на нервову систему. При довготривалій дії підвищеного рівня шуму розвиваються нейрогенні, серцево-судинні і інші патології [115].

Наслідки дії шумових чинників на екосистеми вимагають спеціального дослідження з урахуванням місця та ролі цього фактора в системі екологічного нормування.

Як зазначалося вище небезпечні рівні шуму також мають місце в вздовж транспортних мереж та прилеглих територій у процесі руху транспортних засобів, а також їх простоїв у дорожніх заторах.

Для запобігання прояву цієї небезпеки потрібно передбачати комплекс заходів, серед яких вихідними є аналіз потенційної небезпеки шуму щодо об'єктів захисту (стадія проектування) та систематичне акустичне обстеження в процесі експлуатації автошляхів.

Для вільного звукового поля, коли рівень звукового тиску (L_p) зменшується на 6 дБ при збільшені удвічі відстані від джерела шуму, справедлива залежність:

$$L_{pi} = L_{p\Sigma} - 20\lg r + 10\lg \frac{\Phi}{2\pi} - \frac{\beta_a \cdot \gamma}{1000} \quad (4.14)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де $L_p\Sigma$ – сумарний рівень звукового тиску в дБ у розрахунковій точці, що розташована на відстані r (м) від джерела шуму;

β_a – коефіцієнт затухання звуку в атмосфері (дБ/км), значення якого приймаються згідно з [84].

Сумарний рівень шуму від n одночасно діючих джерел шуму визначається за формулою:

$$L_p\Sigma = 10\lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{pi}} \quad (4.15)$$

де L_{pi} – рівень шуму одного джерела, дБ.

При випромінюванні шуму від джерела безпосередньо в оточуюче середовище (джерело на висоті) $\Phi=1$.

Порівняння результату, отриманого з допомогою наведених залежностей, з нормативною величиною допустимого рівня шуму дає можливість оцінити величину небезпечності аналізованого чинника або констатувати відсутність.

Для постійного широкосмугового шуму цей аналіз потрібно виконувати за всіма октавними смугами середньгеометричних частот, оскільки нормативні значення рівнів шуму для них відрізняються.

У разі істотного перевищення розрахункової величини рівня шуму над нормативним значенням аналіз слід продовжити в напрямку пошуку адекватних засобів зниження рівня звукового тиску (акустичні екрани, звукоізолюючі кожухи, шумопоглинаючі покриття тощо).

Значний ефект щодо зниження рівня шуму дають лісозахисні смуги, які розміщуються з боку напрямку розповсюдження шуму на «об'єкт захисту». При ширині смуги 60-80 м та висоті дерев більше 10-15 м досягається зниження рівня шуму на 10-12 дБА.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

4.3 Аналіз добової динаміки забруднення повітря м. Сєвєродонецька відпрацьованими газами автомобілів

Місто Сєвєродонецьк відноситься до міст з високим рівнем забруднення атмосфери. Вагомий внесок в забруднення повітря міста, вносить автотранспорт. За даними статистичної звітності встановлено, що в середньому по Україні 34% від загального об'єму викидів в атмосферу становлять викиди від пересувних джерел, серед яких 90% - викиди автотранспорту. Під час роботи автомобільних двигунів (ДВЗ) у повітря надходять відпрацьовані та картерні гази, а також випаровування з системи живлення автомобілів. Основними забруднювачами повітря є відпрацьовані гази, які містять більш ніж 1000 різних шкідливих речовин, з яких біля 200 розпізнані, ще менша кількість контролюється. Серед основних забруднювачів, які потрапляють у повітря, оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди нітрогену, альдегіди, сполуки сульфуру, формальдегід, сполуки свинцю тощо. Істотною проблемою при аналізі якості атмосферного повітря і розробці дієвих заходів щодо підтримки чистоти повітряного басейну є оперативна оцінка часової і просторової динаміки концентрацій окремих забруднювачів.

За останні роки у місті спостерігається зростання кількості автотранспорту, і як наслідок – зростання в повітрі кількості шкідливих речовин, які негативно впливають не тільки на стан здоров'я людей, а також на стан багатьох компонентів урбогеосоціосистеми.

Мета досліджень - визначення добової мінливості ступеню забруднення атмосферного повітря міста відпрацьованими газами автомобілів. Рівень забруднення повітря відпрацьованими газами автомобілів визначався розрахунковим методом за концентрацією оксиду вуглецю (K_{CO} , формула Бегма). В якості прикладу наведемо результати спостережень, отримані на перехресті вулиць пр. Гвардійський – пр. Космонавтів, що є магістральними вулицями з багатоповерховою забудовою. На цій ділянці дороги проводилися визначення завантаженості автотранспортом в різні часи доби (7:00-8:00, 13:00-14:00, 17:00-18:00 та 22:00-23:00). Обрані проміжки часу відповідають часу

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проведення моніторингових та метеорологічних спостережень на стаціонарних постах. Інтенсивність руху автотранспорту визначалась методом підрахунку автомобілів різних категорій (легкові, легкі вантажні, середні вантажні, важкі вантажні та автобуси) кожний раз 3 рази по 20 хв., в кожному напрямку руху. Також визначались метеорологічні параметри, які впливають на розсіювання шкідливих домішок у повітрі (швидкість вітру та вологість повітря). Під час проведення спостережень вологість повітря становила 94%, швидкість вітру – 4,1 м/с, середньодобова температура повітря – +5°C, дата проведення досліду – 27.12.2019 р.

За результатами спостережень проводилась оцінка рівня забруднення атмосферного повітря по оксиду вуглецю. Встановлено, що інтенсивність руху автомобілів у місті відповідає високому рівню (більше 18 тис. одиниць автотранспорту за добу, ДСТУ-17.2.2.03-77); високий рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю спостерігався майже на протязі всієї доби (за виключенням нічної пори). Детальніше на рисунках 4.2 та 4.3.

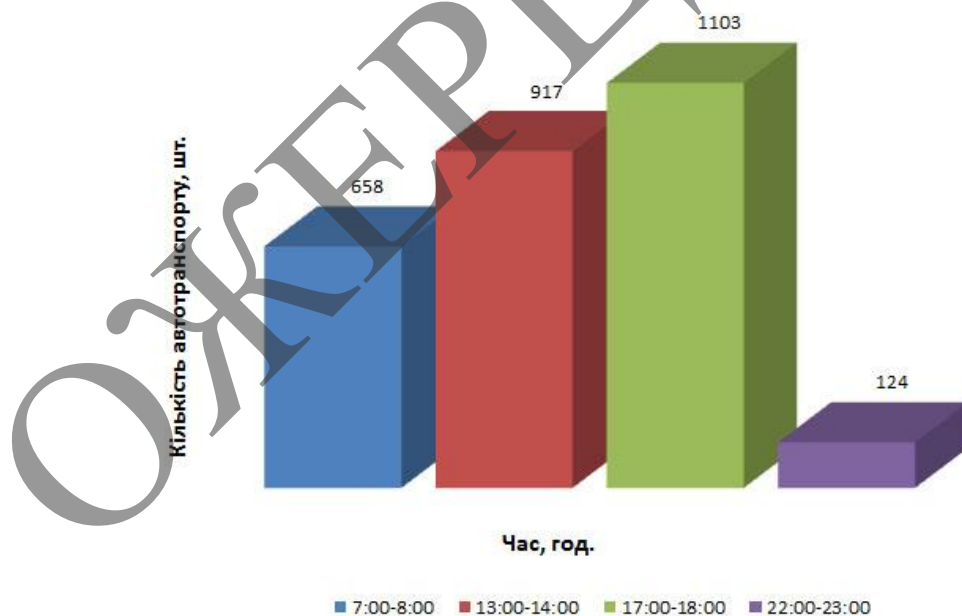


Рис. 4.2 - Завантаженість вулиць міста автотранспортом

												Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

PM.00.01.ПЗ

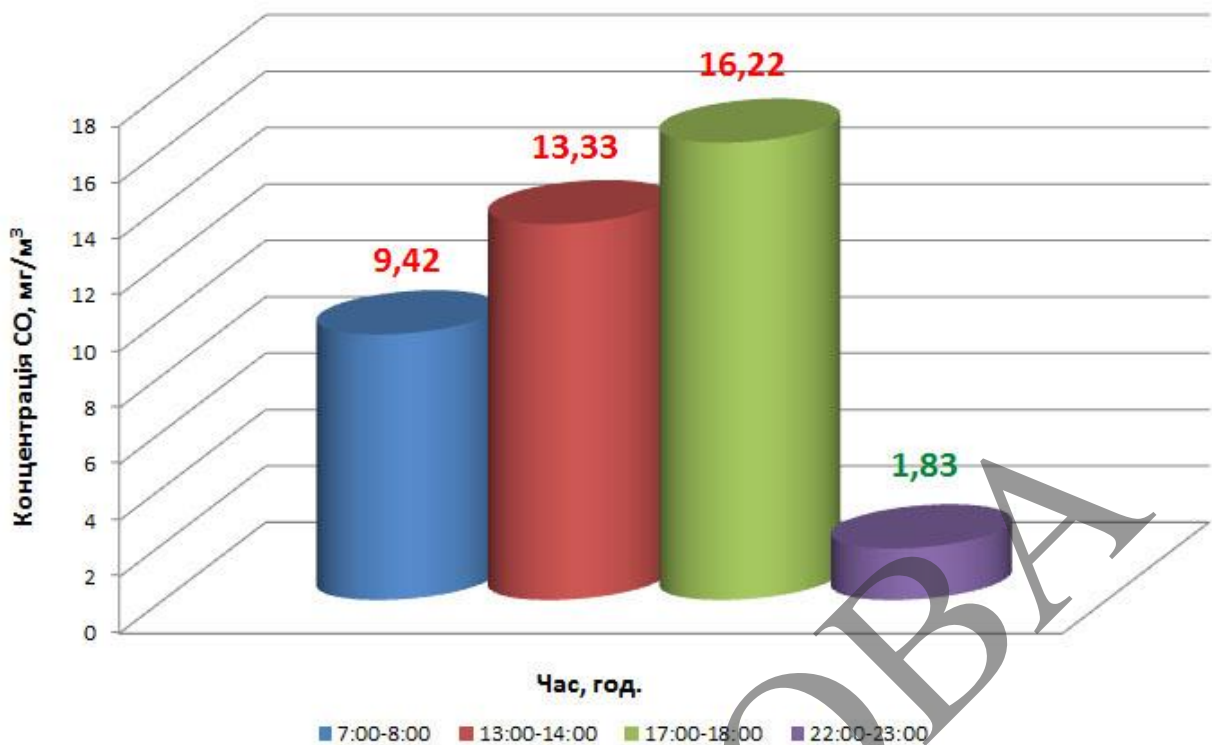


Рис. 4.3 - Рівень забруднення атмосферного повітря за вмістом CO

ГДК_{CO} для ВГ ДВЗ становить 5,00 мг/м³ [118].

Найбільший вклад у забруднення повітря міста вносить легковий автотранспорт (96% від загальної кількості автотранспорту).

Порівняння отриманих результатів з результатами попередніх спостережень свідчить про те, що вклад пересувних джерел в забруднення атмосферного повітря міста Северодонецьк залишається високим. Неприятливі метеорологічні умови розсіювання шкідливих домішок в атмосфері (наявність приземної інверсії, висока повторюваність штилів тощо), які характерні для даного регіону, призводять до погіршення якості атмосферного повітря, що в свою чергу негативно впливає на стан урбосистеми міста в цілому та, насамперед, може сприяти зростанню захворювань дихальних шляхів, серцево-судинної системи та інших захворювань населення міста.

Проведені дослідження свідчать про необхідність розробки системи контролю рівня забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами, впровадження заходів з охорони повітряного середовища від викидів

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

автотранспорту та підвищення рівня екологічної безпеки біля магістралей. При цьому необхідно враховувати також інші параметри впливу автотранспорту, зокрема – рівень акустичного (шумового) впливу.

Зниження рівня забруднення повітря пересувними джерелами можливо при використанні наступних заходів: перехід міського транспорту на екологічно-чисте пальне (або менш токсичне, наприклад, природний газ); проведення якісного технічного огляду автомобілів; розробка нових систем регулювання дорожнього руху, які будуть зводити до мінімуму можливість утворення заторів; використання технічних засобів для очищення викидів автомобілів від шкідливих речовин – так званих «нейтралізаторів» [119].

ОЖЕРЕДОВА

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

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

МЕТОДИКА

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 5.1 та 5.2 залежно від наявності статистичної звітності про витрату різних видів палива, типу автомобіля і двигуна, а також умов експлуатації [11].

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):

$$M_j = g_j \cdot G_i \cdot K_t \cdot 10^{-3}, \text{ т} \quad (5.1)$$

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

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

					<i>PM.00.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		

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 [11].

Таблиця 5.1 - Значення коефіцієнтів впливу технічного стану автомобіля K_τ на питомі викиди шкідливих речовин

Групи автомобілів	Значення коефіцієнта K _τ 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_τ=1.

Таблиця 5.2 - 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	-	-	-

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.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Таблиця 5.3 – Кількість проданого палива населенню через АЗС за 2017 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:

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

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

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

$$M_{SO2}^B = 0,8 \cdot 10200 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 8,16 \text{ т}$$

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

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

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

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

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

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

$$M_{SO2}^D = 5,0 \cdot 3700 \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} = 18,50 \text{ т}$$

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

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

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

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

Арк.

PM.00.01.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 5.4 – 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

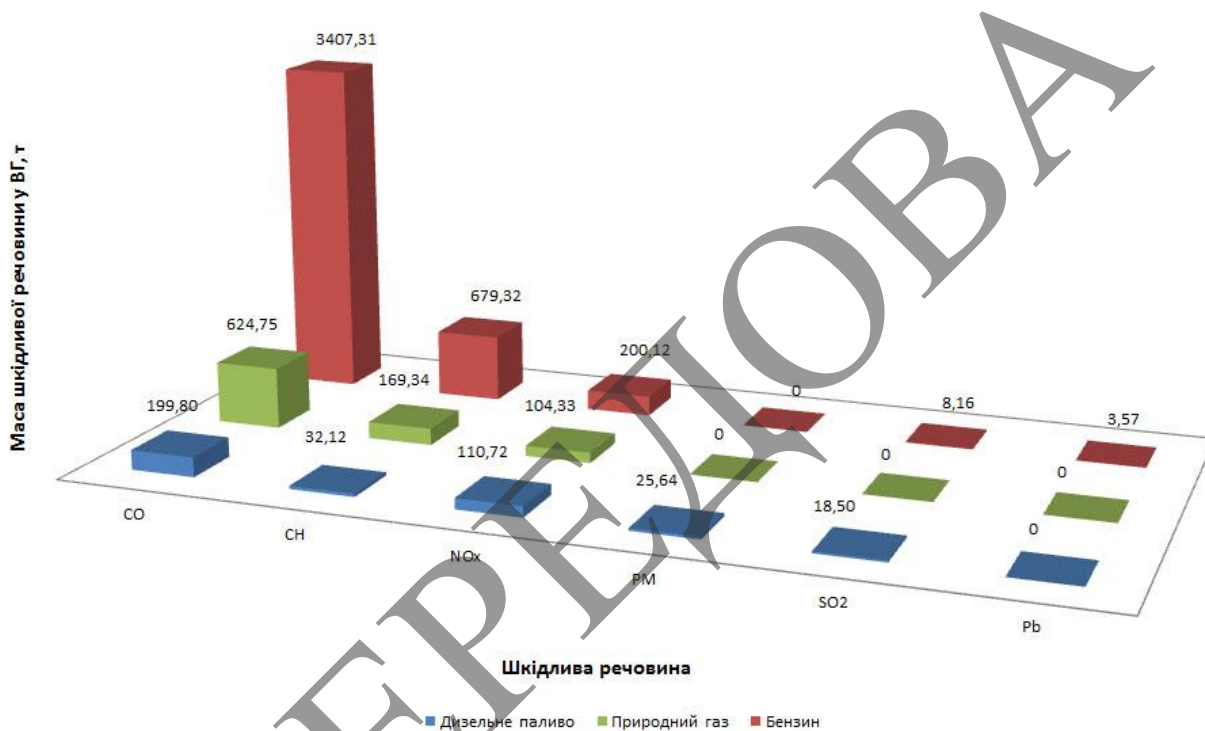


Рис. 5.1 – Порівняння результатів розрахунків для різних видів палива

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.

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

МЕТОДИКА

Розмір платежу за викиди в атмосферу забруднюючих речовин ($\Pi_{п.д.}$) пересувними джерелами визначається за формулою [120]:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_i \cdot K_{нас.} \cdot K_г, \quad (5.2)$$

де Π – сума зборів за викиди в атмосферу пересувними джерелами;

M_i – кількість використаного пального i -го виду, т;

$K_{нас.}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту;

$K_г$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

Таблиця 5.5 - Нормативи плати H_i за викиди шкідливих речовин, що утворюються після спалення 1 т пального [121]

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

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 - Корируючі 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 5.7 - Корируючі коефіцієнти $K_{нас.}$, 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. Сєверодонецьку, населення міста станом на 2019 рік складає 130091 чоловік, місто є обласним центром. Вихідні дані наведені у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - 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:

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

2) Дизельний ДВЗ:

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



Рис. 5.2 – 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.

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чернишов О. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. – Харків. – 24 с.
2. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Держбуд України, 2007. – 84 с.
3. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище. – К.: Держбуд України, 2003. – 73 с.
4. 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.
5. Криворучко О. М. Менеджмент якості на підприємствах автомобільного транспорту: автореф. дис. д-ра екон. наук: 08.00.04 / Українська держ. академія залізничного транспорту. - Х., 2007. – 36 с
6. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта. - М., 1996. - 339 с.
7. Масленникова И.С. Экологический менеджмент на транспортных коммуникациях. - СПб: Недра, 1997. - 135 с.
8. Міхно М. В. Зниження витрати палива та шкідливих викидів рухомим складом автомобільного транспорту раціональним вибором експлуатаційних факторів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Український транспортний ун-т. - К., 1998. – 16 с.
9. 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.
10. Douaud A., Girard C. Which are the engine and fuel technologies for the sustainable development of road transport? // WEC Journal. - 2007. -July. - P. 10 - 21.

						<i>PM.00.01.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ожередова М.А.</i>			СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер.пр.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ПЕО-19зм</i>		

11. Гутаревич Ю.Ф. Экология та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене / Ю.Ф. Гутаревич. – К.: Арістей, 2008. – 296 с.
12. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: навч. посіб. – К.: КНУБА, 2004 – 338 с.
13. Гутаревич Ю.Ф. Экология та автомобільний транспорт. Навч. Посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач. – К.: Арістей, 2006. — 292 с.
14. Зотов Л.Л. Экологическая безопасность производства и автомобильного транспорта: Учеб. Пособие / Л.Л. Зотов. – СПб.: СЗТУ, 2003. – 90 с.
15. Павлова Е.И. Экология транспорта: Учебник для вузов / Е.И. Павлова. – М.: Транспорт, 2000. – 248 с.
16. Сарбаев В.И. О загрязнении природной среды транспортными потоками // Материалы и технологии XXI века. Ч. 111. - Пенза, 2001. С. 88-90.
17. 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.
18. Колосюк Д.С. Експлуатаційні матеріали. Підручник / Д.С. Колосюк, Д.В. Зеркалов. – К.: Основа. – 2003. – 200 с.
19. Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 1999.
20. Аксенов И.Я. Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.
21. 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.

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

РМ.00.01.ПЗ

22. Валова В.Д. Основы экологии: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский Дом «Дашков и Ко», 2001.

23. Куров Б.М. Как уменьшить загрязнение окружающей среды автотранспортом? // Россия в окружающем мире. - Аналитический ежегодник. 2000 г.

24. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2000 – 30с.

25. 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. Ярослава Мудрого. - Х., 2008. - 20 с.

26. 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.

27. Криворучко О. М. Менеджмент якості на підприємствах автомобільного транспорту: автореф. дис. д-ра екон. наук: 08.00.04 / Українська держ. академія залізничного транспорту. - Х., 2007. – 36 с.

28. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта. - М., 1996. - 339 с.

29. Масленникова И.С. Экологический менеджмент на транспортных коммуникациях. - СПб: Недра, 1997. - 135 с.

30. Міхно М. В. Зниження витрати палива та шкідливих викидів рухомим складом автомобільного транспорту раціональним вибором експлуатаційних факторів: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Український транспортний ун-т. - К., 1998. - 16с.

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

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

32. Ямамото Акихиро. Экологические мероприятия и переработка отходов на транспорте // Yuso tenbo = Quart. J. Distrib. and Transp. - 2005. - № 244. - С. 21 - 28.

33. Douaud A., Girard C. Which are the engine and fuel technologies for the sustainable development of road transport? // WEC Journal. - 2007. - July. - P. 10 - 21.

34. Аксенов И.Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И. Я. Аксенов. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.

35. Амбарцумян В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / В.В.Амбарцумян, В.Б. Носов. – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 234 с.

36. Евгеньев И.Е. Автомобильные дороги и окружающая среда / И.Е. Евгеньев, Б.Р. Каримов. – М.: Транспорт, 1997. – 257 с.

37. Игнатович Н.И. Чем опасен транспорт для людей, животных и растений / Н.И. Игнатович, Н.Г. Рыбатовский. – М.: РЭФИА, 1996. – 331 с.

38. Казанцева Л.К., Современная экологическая ситуация в России / Л.К. Казанцева, Т.О. Тагаева. – ЭКО. – 2005 –№9 – С. 30 – 45.

39. Колясников В.А. Градостроительная экология Урала: в 3 ч. / В.А. Колясников. – Екатеринбург: Архитектон, 1999. – 532 с.

40. Коробкин В.И. Экология / В.И. Коробкин. – М.: 2006. – 465 с.

41. 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.

42. Семчук Я.М. Дослідження впливу відхідних газів автотранспорту на стан атмосферного повітря м. Івано-Франківська / Я.М. Семчук, Я.О. Забишний // Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 2015р., анотац. допов. – Х.: НУЦЗУ, 2015р. – С. 140-141.

43. Забишний Я.О. Аналіз автотранспортного забруднення довкілля та його вплив на соціальну складову / Я.О. Забишний, Я.М. Семчук // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічні засади збалансованого регіонального

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

розвитку», м. Івано-Франківськ, 10-11 травня 2016р., анотац. допов. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016р. – С. 254.

44. Забишний Я.О. Методи досліджень руху автотранспорту в межах урбоєкосистем / Я.О. Забишний, Я.М. Семчук // Збірник матеріалів IV Міжнародного конгресу захисту навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування, м. Львів, 21-23 вересня 2016р. – Л.: Національний університет «Львівська політехніка», 2015р. – С. 27.

45. Забишний Я.О. Про вплив транспортних потоків на довкілля / О.Я. Забишний, Я.М. Семчук, Б.В. Долішній, В.М. Мельник // III Міжнар. наук.-практ. конф. «Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика», м. Херсон, 13-15 вересня 2016р. – Херсон: Херсонська державна морська академія, - 2016р. – С. 210-212.

46. Семчук Я.М. Вплив автомобільного транспорту на довкілля міських агломерацій / Я.М. Семчук, Я.О. Забишний // Збірник тез доповідей XIV Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми екологічної безпеки», м. Кременчук, 12-14 жовтня 2016р. – Кременчук: Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, - 2016р. – С. 57-58. 139

47. Абдулов Р.Ж. Экологический аспект управления автотранспортом в крупном городе (на примере г. Саратова). / Модернизация экономики и общества: сборник науч.-ислед. работы студентов. – СПб.: Наука, 2011. – С. 113-114.

48. Аргучинцева А. В. Оценка загрязнения воздушной среды городов автотранспортом / А.В. Аргучинцева, В.К. Аргучинцев, О.В. Лазарь. – М.: 2008.

49. Безуглая Э.Ю. Воздух городов и его изменения / Э.Ю. Безуглая, И.В. Смирнова. – Спб.: Астерион, 2008. – 321 с.

50. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, Л.Ф. Дроздова, Н.И. Иванов. – М.: Транспорт, 2006. – 269 с.

51. Жанабекова Е.И. Автомобилизация как фактор ухудшения качества среды обитания человека (на примере г. Саратова) // Материалы III

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Международной научно-практической конференции «Человек и общество: проблемы взаимодействия». – Саратов, 2010. – с. 21-29.

52. Сухарева М.М. Влияние автотранспорта на городскую среду крупных городов. Труды научно-практического семинара VII Международного экологического форума 13-15 марта 2007 г., Санкт-Петербург.

53. Ахметов Л. А. Автомобильный транспорт и охрана окружающей среды / Л. А. Ахметов, Е. В. Корнев, Т. З. Ситшаев. – Ташкент: Мехнат, 1990. – 328 с.

54. Г. Гухман. Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду / Энергия: экономика, техника, экология. – М.: Наука, 1999. – С. 42–45.

55. Косой Ю.М. Городской транспорт в зеркале экологии / Ю.М. Косой. – М.: Наука, 2001. – С. 64 – 68.

56. Внукова Н. В. Вплив природно-кліматичних умов на екобезпеку транспортного комплексу / Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2011. – № 34. – С.3-6.

57. Внукова Н. В. Вплив технічного стану двигунів внутрішнього згорання на паливну економічність і екологічну безпеку / Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2011. – № 53. – С. 27-34.

58. Внукова Н. В. Методика ексергетичного аналізу технологічних процесів забезпечення автоперевезень при використанні різних видів палива / Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2011. – № 54. – С. 60-66.

59. Внукова Н. В. Використання водню як палива для двигунів внутрішнього згорання і ефективність його застосування / Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2011. – № 33. – С. 24-30.

60. Лиханов В. А. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при работе на метаноле / В. А. Лиханов, А. Н. Чувашев, А. А. Глухов, А. А. Анфилов // Тракторы и сельхозмашины. 2007. № 4. – с. 10–13.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

61. Гутаревич Ю.Ф. Шляхи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів / Ю.Ф. Гутаревич, В.П. Матейчик, А.О. Копач // Вісник СНУ ім. Даля. – 2004. – № 7 (77), ч. 1 – с. 11–15.

62. Павлишин Д. Вплив транспорту на екологію / Д. Павлишин // Український Екологічний Форум. – 11 грудня 2012 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ekovita.org.ua/viewtopic.php?f=4&t=258>.

63. Каніло П.М. Автомобіль та навколишнє середовище [Текст] / П.М. Каніло, І.С. Бей, О.І. Ровенський. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.

64. Русіло П.О. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу / П.О. Русіло, В.В. Костюк, В.М. Афонін // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип.18.3. – С. 85-89/

65. 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. Ярослава Мудрого. – Х., 2008. – 20 с.

66. 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. – 178с

67. Douaud A., Girard C. Which are the engine and fuel technologies for the sustainable development of road transport? // WEC Journal. – 2007. –July. – P. 10–21.

68. Гутаревич Ю.Ф., Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач. Екологія та автомобільний транспорт /Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене. –К.: Арістей, 2008. – 296 с.

69. Рудзінський В.В. Новітні системи нейтралізації шкідливих викидів дизелів вантажних автомобілів / Автошляховик України. – 2008. – № 1. – С. 8-9.

70. Слюсаренко О.І. Каталітичний нейтралізатор – як спосіб розв'язання екологічної проблеми автомобільних викидів / Наук.-техн. зб. – Львів: ЛВІ. – 2005, вип. 4. – С. 54-56.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

71. Лиханов В. А. Улучшение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 путем применения природного газа и рециркуляции / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. № 4 (40). – С. 21–25.

72. Лиханов В. А. Применение природного газа и рециркуляции на тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. № 6. – С. 7–9.

73. Лиханов В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этанола-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. № 2. – С. 6–7.

74. Лиханов В. А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля Д-240 путем применения этанола-топливной эмульсии / Лиханов В. А., Лопатин О. П. // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2013. № 1 (1). – С. 29–32.

75. Денисов В.Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В.Н. Денисов, В.А. Рогалев. – СПб. : Изд-во ЭКО, 2004. – 194 с.

76. Слюсаренко О.І. Каталітичний нейтралізатор – як спосіб розв'язання екологічної проблеми автомобільних викидів / О.І. Слюсаренко // Наук.-техн. зб. – Львів: ЛВІ. – 2005, вип. 4. – С. 54-56.

77. Литвин Л.Л., Калінін О.М., Климчук В.Т. Обґрунтування необхідності ремонту автомобільної техніки / Л.Л. Литвин, О.М. Калінін, В.Т. Климчук // Наук.-техн. зб. – Львів: ЛВІ. – 2005, вип. 4. – С. 40-42.

78. Лиханов В. А. Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле / В. А. Лиханов, А. С. Полевщиков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. № 5 (41). – С. 62–64.

79. Лиханов В. А. Особенности развития топливных факелов в цилиндре дизеля при работе дизеля на этаноле / В. А. Лиханов, А. С. Полевщиков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. № 1 (31). – С. 62–65.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

80. Ємець О., Мельничук О. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище / Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, № 1 (17), 2009. – С. 296 – 300.

81. Микула О.Я. Кадастр природних ресурсів: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Микула О.Я., Ступень М.Г., Пересол як В.Ю. – Львів: Новий світ, 2006. – 192 с.

82. Новоторов О.С. Деякі напрямки удосконалення земельно-кадастрової системи / О.С. Новоторов // Теорія і методи оцінювання оптимізації використання та відтворення земельних ресурсів: матеріали міжнар. наук. конференції. – К., 11–14 лист. 2002 р. – К., 2002. – С. 77–83.

83. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. ДБН. 2.3-4: 2007. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 87 с.

84. Луканин В.Н. Снижение шума автомобиля / В.Н. Луканин, В.Н. Гудцов, Н.Ф. Бочаров – М.: Машиностроение, 2011. - 289 с.

85. Леванчук А.В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог / А.В. Леванчук // Науковедение: интернет-журнал. – 2014. № 1 (20). – С. 68-74.

86. Трошина Е. Н. Загрязнение почвы тяжелыми металлами на территории крупного промышленного центра / Е. Н. Трошина // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 12. С. 43-44.

87. Королёв В.А. Очистка грунтов от загрязнений / В.А. Королёв. – М.: МАИК Наука. – 2001. – 365с.

88. Кривошеин Д.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.

89. Воробьев А. Освежить дыхание / А. Воробьев // За рулем. – 2000. – №12. – с. 89-82.

90. Гоголев Ю. Будут сверхчистые Mercedes / Ю. Гоголев // Авто центр. – 2004. – №6. – с. 83-85.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

91. Автомобильный справочник Bosch: пер. с англ. – М.: За рулем. – 2004. – 992 с. ISBN 5-85907-327-5.

92. Мержиєвська В. “Аналіз особливостей робочих процесів каталітичних нейтралізаторів та основних принципів їх моделювання”// В. Мержиєвська // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов. – Харьков, ХНАДУ. – вып. 16. – 2005. – с. 316-318.

93. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей (Exhaust emission of automotiv and tractor engines) / А.Р. Кульчицкий // Учебное пособие (изд. 2, исправленное и дополненное). – М.: ООО "Академический проект". – 2004. – 400 с.

94. Pontikakis G. Mathematical modelling of catalytic exhaust systems for EURO-3 and EURO-4 emissions standards / G. Pontikakis, A. Stamatelos. – Proc. Instn. Mech. Engrs. – Part D. – 2001. – p. 1005-1015.

95. Корницкий В. Катализаторы с обратной связью / В. Корницкий // Автоцентр. – 2002. – №49. – с. 65-68.

96. Воробьев-Обухов А. Датчик кислорода на дизеле / А. Воробьев-Обухов // За рулем. – 2002. – №9. – с. 94-97.

97. Макаров Ю. Нейтраллизатор или наше будущее? / Ю. Макаров // За рулем. – 1997. – №7. – с. 34-36.

98. Гзовский М. Твердый курс ЕВРО / М.Гзовский // За рулем. – 2002. – №5. – с. 54-58.

99. Мишин С. Дышите глубже – мы в Европе / С. Мишин // За рулем. – 2000. – №11. – с. 32-34.

100. Сердюк О. Экология и автомобилестроение / О. Сердюк // Автостандарт. – 2004. – №4. – с. 37-41.

101. Казаков Н. Экологическая безопасность транспорта / Н. Казаков, И. Масленникова // Автобизнесмаркет. – 2004. – №14. – с. 67-70.

102. Забишний Я. О. Про дослідження параметрів транспортних потоків та їх вплив на довкілля / Я. О. Забишний, Я. М. Семчук, Б. В. Долішній, В. М.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

Мельник // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування». ІФНТУНГ. - 2016 - №1(13)-с. 146- 152.

103. Zabyshnyi Y.O. Influence of exhaust for air condition in cities / Y.O. Zabyshnyi, Y.M. Semchuk, V.M. Melnyk, B.V. Dolishniy // The scientific heritage. – Hungary, VOL 1, No 3 (3) (2016). – p. 28-34.

104. Казаков Н. Экологическая безопасность транспорта / Н. Казаков, И. Масленникова // Автобизнесмаркет. – 2004. – №14. – с. 56-58.

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

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

107. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержиєвська Л.П. «Екологія та автомобільний транспорт». – Київ: Навчальний посібник, 2006. – 293 с.

108. ДСТУ 4276-04, ДСТУ 4277-04, Закон України «Про охорону атмосферного повітря».

109. Агуреев И.Е. «Транспортная экология». - Тула: Конспект лекций, 2008. - 59 с.

110. Русіло П.О., Костюк В.В., Афонін В.М. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу / Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.3. – С. 85 – 89.

111. Венжега В., Пасов Г. Зменшення впливу автомобільного транспорту на довкілля / Технічні науки та технології. - № 4 (18). – 2019. – С. 28 – 35.

112. Про утилізацію транспортних засобів: Закон України від 4 липня 2013 р. № 421-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/421-18>.

113. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенев В.В., Нагнибеда Б.А. «Экология города». – Москва: Учебное пособие, 2008. – 832 с.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

114. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86 –Л: Гидрометеиздат.- 1987 - 92 с.

115. Данилевич Я.Б., Денисов В.Я. Системні рішення проблем екологічної безпеки автотранспортного комплексу, як метод покращення екологічної ситуації у мегаполісах // Доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Автотранспорт: від екологічної політики до щоденної практики». - К.: ЦУЛ, 2005. - 200 с.

116. Экологолизация автомобильного транспорта: передовой опыт стран Европейского Союза и России // об. тр. II Всерос. конф. / под ред. д.т.н. В.Н. Денисова. - С.Пб: МАНЭБ, 2004.-160 с.

117. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология./ В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.

118. Бежатнов Г.П. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.П. Бежатнов, Ю.А. Кротов: Справочник. Л.: Химия, 1985. – 528 с.

119. 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 2017 р., Ірпінь. - С. 155-157.

120. Ожередова М.А. Вплив автотранспорту на забруднення навколишнього середовища // Пріоритети сучасної науки: матеріали IV міжнарод. наук.-практ. конф., 30-31 грудня 2020 р. – Київ: МЦНІД - С. 12 - 13.

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

122. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної магістерської роботи для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 101 «Екологія та охорона навколишнього середовища» / Уклад.: О.В. Суворін, В.І. Мохонько, М.А. Ожередова – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2016. – 40 с.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ