

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний  
Кафедра екологічного права і контролю

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: «Роль автотранспорту в забрудненні атмосферного повітря»

Виконала студентка 4 курсу групи ЕК-45

Напрямок підготовки 6.040106  
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

Арнаутова Христина Дмитрівна

Керівник - асистент кафедри екологічного права і контролю  
Гарабajій Тетяна Анатоліївна

Консультант – д.геогр.н., проф.  
Лосва Інса Дмитрівна

Рецензент – ст. викл.  
Грабко Наталія Вікторівна

Одеса 2019

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
1 АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ ЯК ДЖЕРЕЛО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	8
2 ВНЕСОК АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГАЛЬНЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ .....	13
2.1 Викиди автомобілів з карбюраторними двигунам .....	21
2.2 Викиди автомобілів з дизельними двигунами.....	24
2.3 Акустичний вплив автотранспорту на атмосферне повітря.....	36
2.4 Вплив на атмосферне повітря інших фізичних факторів дії автотранспорту.....	39
3 ВПЛИВ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ .....	41
4 ЗАХОДИ ПО ЗМЕНШЕННЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	52
ВИСНОВОК.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	67

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ВОЗ – всесвітня організація охорони здоров'я;

КТЗ – колісний транспортний засіб.

## ВСТУП

Сучасна епоха – це епоха бурхливого розвитку науки і техніки, неконтрольованого зростання населення Землі, поступової деградації природного середовища під впливом негативних антропогенних чинників. В сучасних умовах швидкість науково - технічного прогресу на кілька порядків перевищує адаптаційні можливості існуючих живих організмів. Тому надзвичайно загострились багато проблем, а серед них одна з головних – проблема взаємозв'язку суспільства і природи, людини і навколишнього середовища. Все це призводить до порушення екологічної рівноваги, що складалася протягом тривалого часу і спричинює появу екологічної кризи, небезпечної для людей і довкілля.

Транспорт належить до головних забруднювачів атмосферного повітря, водоймищ і ґрунтів. Відбувається деградація екосистем під впливом транспортних забруднень, особливо інтенсивно на урбанізованих територіях. Для потреб транспорту у великій кількості споживаються природні ресурси.

Метою роботи є дослідження впливу автомобільного транспорту на атмосферне повітря, здоров'я людини та можливості зменшення негативних факторів впливу, які виникають при експлуатації автотранспорту.

## 1 АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ ЯК ДЖЕРЕЛО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Транспорт як складова інфраструктури — один із наймогутніших чинників антропогенного впливу на довкілля. Деякі види цього впливу, насамперед забруднення повітря і посилення шуму, належать до найсерйозніших техногенних навантажень на компоненти довкілля окремих регіонів, особливо великих міст.

Екологічні проблеми, що виникли у зв'язку з функціонуванням транспортної системи в Україні, є наслідком діяльності не лише окремих видів транспорту, а й інших галузей народного господарства. Це — передусім структура та існуючі конструкції транспортних засобів, покриття і якість експлуатації шляхів тощо.

Автомобільний транспорт – одне з найпотужніших джерел забруднення атмосфери. У світі експлуатується близько 1 мільярда автомобілів. В Україні зареєстровано понад 1 млн. вантажних та близько 3 млн. легкових автомобілів (рис. 1.1).



Рис.1. 1 - Кількість вантажних та легкових автомобілів в Україні

Автомобільний транспорт в Україні – галузь господарства, яка інтенсивно розвивається. Більше, ніж 70% вантажів та 85% пасажирів перевозять саме автомобільним транспортом. Автотранспорт у містах виділяє в атмосферу близько 80% шкідливих для здоров'я людини газів, зокрема, в Ужгороді - 91%, Полтаві - 88%, Львові - 79%, Києві - 75% (рис.1.2) [1]. Досліджено, що обабіч автотрас на віддалі до 100 м вміст свинцю в ґрунті та рослинах перевищує норму в 8-17 разів, а кадмію, нікелю, міді, цинку – в 2-3 рази .

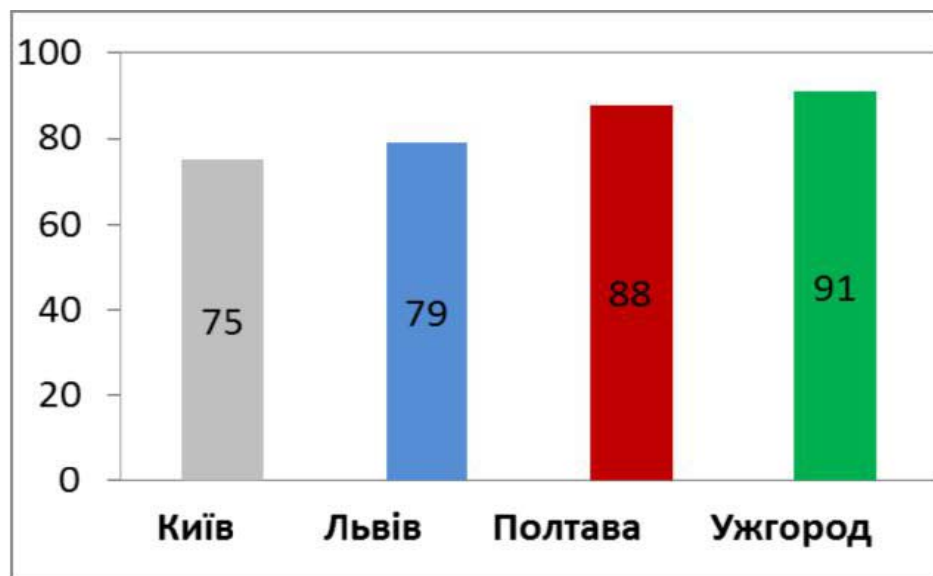


Рис.1. 2 - Частка забруднення атмосфери автотранспортними засобами, %

Транспорт зумовлює низку проблем, що їх умовно можна об'єднати в кілька груп (за основними напрямками взаємодії з довкіллям): 1) транспорт — великий споживач палива; 2) транспорт— джерело забруднення довкілля; 3) транспорт — одне із джерел шуму; 4) транспорт вилучає сільськогосподарські угіддя під шляхи і стаціонарні споруди; 5) транспорт є причиною травмування та смерті людей і тварин [2].

Транспорт в Україні є одним із основних споживачів палива. За енергомісткістю окремі види палива неоднакові. Так, на перевезення одного

пасажир на 1 км шляху літак витрачає 6397,4 Дж., легковий автомобіль — 2986,4, поїзд — 1121,1, автобус — 766 Дж.

Найбільшим забруднювачем довкілля є автомобільний транспорт — в окремих містах його питома вага у загальному забрудненні перевищує 50 %. Сучасний автомобіль викидає понад 200 токсичних речовин, серед них окисли вуглецю, сірки, азоту, свинець і його сполуки, бензапірен тощо. На автомобільний транспорт припадає 55 % викидів вуглеводневих сполук, 47 % оксиду вуглецю, 98,6 % оксидів азоту від загальної кількості цих речовин, що надходять в атмосферу України. Концентрація токсичних речовин значною мірою залежить від технічного стану автомобіля, швидкості його руху і строку експлуатації. Так, навіть незначні порушення в роботі системи запалення можуть у 10 разів збільшити кількість вуглеводневих сполук, що викидаються в атмосферу. Порушення в роботі карбюратора чи системи впорскування палива призводять до збільшення удвічі вмісту у викидах окису вуглецю.

Дослідження показують, що найменше оксиду вуглецю викидається за швидкості руху 70—75 км/год. Зі зменшенням швидкості від 60 до 30 км/год викид оксиду автомобілем підвищується у 2,2 раза, зі збільшенням її до 80 км/год — у 3,7 раза.

Найбільша кількість токсичних речовин виділяється за перемінних режимів роботи двигуна, зокрема під час пуску й зупинки, а також під час роботи в холостому режимі. Тому в містах максимальна концентрація токсичних речовин спостерігається на перехрестях, біля світлофорів, під час долаття узвозів. Близько 50 % викидів автотранспорту в межах міста припадає на траси з малою швидкістю руху і менше 25 % — на швидкісні траси.

Концентрація токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобіля зростає також із збільшенням строку його експлуатації. В Україні майже

чверть легкового та вантажного автопарку перебуває в експлуатації понад 10 років.

Вихлопні гази автомобіля виділяються в безпосередній близькості від пішоходів. Швидкість повітря в місті сповільнена, тому значного розрідження викидів не відбувається. За екстремальної погоди (туман, мряка, низька хмарність) в окремих районах міста може утворюватися смог [3].

Забруднення міста викидами автомобільного транспорту — одна з причин підвищеної захворюваності населення. Особливо небезпечним є канцероген бензопірен; кількість його у викидах автомобіля настільки значна, що середньодобова концентрація на великих магістралях приблизно дорівнює 3 мкг/100 м<sup>3</sup>, а це означає, що в середньому міський житель вдихає протягом дня 0,6 мкг бензопірену.

Постійне збільшення інтенсивності руху автотранспорту призводить до прогресуючого зростання забруднення довкілля уздовж магістралей. Близько 20 % викидів автотранспорту осідає поблизу автошляхів. Унаслідок забруднення приземних шарів повітря і ґрунтів обабіч автошляхів формуються первинні аномалії токсичних і канцерогенних речовин; зона найбільшого забруднення важкими металами являє собою смугу завширшки до 10 м. Рослинність біля шляху може забруднюватися важкими металами як через потрапляння їх у ґрунт, так і через безпосереднє осідання аерозолів, сажі, пилу на поверхню рослин.

Тривале випасання худоби уздовж таких смуг може призвести до накопичення свинцю у тканинах тварин, а згодом — через трофічні ланцюги — і в тканинах людини. Є дані про підвищений вміст свинцю в молоці, якщо сіно було заготовлено безпосередньо біля автомагістралі з інтенсивністю руху понад 20 тис. автомобілів на добу.

На окремих автомагістралях України з високою інтенсивністю руху необхідно здійснювати суворий контроль за використанням земельних ділянок уздовж них. В окремих випадках, особливо за відсутності посадок



дерев, слід у радіусі до 100 м відводити санітарно-захисні смуги, в межах яких не випасати худобу і не збирати врожай.

З підвищенням транспортного шуму зменшується тривалість перебування людини без шкідливих для неї наслідків. Шум ослаблює пам'ять і реакцію, порушуються нормальний відпочинок і сон. Шум на 30 % знижує продуктивність фізичної та на 60 % — розумової праці. Дослідження, проведені у Франції, виявили, що в країні через надмірний шум трапляється 11 % нещасних випадків на роботі, втрачається до 15 % робочого часу. Шум спричинює головні болі, ослаблення слуху, безсоння, а за великих доз — навіть глухоту, серйозні розлади в роботі людського організму [4].

До 80 % усіх виробничих шумів створює автомобільний транспорт. Поблизу автомагістралей шум досягає 70—75, а біля аеропортів може перевищувати 120 децибелів. Через це в будинках, розташованих поблизу аеропорту, через фокусування звукової хвилі на поверхню Землі іноді руйнується віконне скло, утворюються тріщини в стінах.

Розробляючи заходи щодо боротьби з шумовими забрудненнями від транспорту, варто вивчати досвід інших країн. У Японії, наприклад, встановлюються шумопоглинальні щити. Висаджуються захисні смуги дерев і чагарників, удосконалюються конструкції дорожнього покриття, прокладаються заглиблені в землю шляхопроводи, жилі будинки та офіси споруджуються зі спеціальним захистом від шуму. Уздовж автомагістралей у межах жилих кварталів на відстані 10—20 м від краю дорожнього полотна споруджуються шумопоглинальні стіни. Жилі будинки, розташовані поблизу автошляхів, захищають від шуму, облицьовуючи шумопоглинальними матеріалами, використовуючи вентиляційне обладнання та споруджуючи шумопоглинальні фундаменти.

## 2 ВНЕСОК АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГАЛЬНЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

У життєдіяльності людини повітря є одним з головних продуктів споживання, і основною умовою існування. Адже без їжі вона може обходитись 5 тижнів, без води 5 днів, а без повітря - 5хвилин. Тому охорона атмосферного повітря є важливою складовою проблеми оздоровлення зовнішнього середовища загалом [5]. Повітряна оболонка Землі формує атмосферу радіусом до 20000м. Атмосферне повітря утворене з різних газів : 78,08 % азоту; 20,95 % кисню; 0,93 % аргону; 0,03 % вуглекислого газу; 0,01 % неону; гелію; метану; радону та ін. Усі вони по-своєму важливі для людини, біосфери, формування клімату (табл.2.1).

Таблиця 2.1 - Основний склад сухого чистого повітря в приземному шарі атмосфери

Газ	Молекулярна маса	Відносний вміст у сухому повітрі,%		Загальний вміст у атмосфері Землі, т
		за обсягом	за масою	
Кисень(O <sub>2</sub> )	32.0	20.95	23.14	1.2x10 <sup>5</sup>
Вуглекислий газ (CO <sub>2</sub> )	44,01	0.033	0.05	2.6x10 <sup>12</sup>
Азот(N <sub>2</sub> )	38.02	78.08	75.53	4.0x10 <sup>15</sup>
Гелій( He )	4.0	0.0005	0.00007	3.9x10 <sup>9</sup>
Криптон(Kr )	16.05	0.00015	0.00008	4.4x10 <sup>9</sup>
N <sub>2</sub> O	44.02	0.00005	0.00008	4.2x10 <sup>9</sup>
Водень(O <sub>2</sub> )	2.02	0.00005	0.000003	1.6x10 <sup>8</sup>
Озон(O <sub>3</sub> )	48.0	0.00004	0.00007	3.7x10 <sup>9</sup>

Забруднення атмосферного повітря - внесення в атмосферу або виникнення в ній нових, нехарактерних для неї фізичних, хімічних, біологічних речовин та перевищення природного рівня концентрацій речовин, які є складовими повітря. Існуючі джерела природного забруднення атмосфери прийнято ділити за походженням на біогенні та абіогенні. До перших відносяться гази і тверді частинки, які потрапляють в атмосферу при розкладі органічних речовин, а також внаслідок життєдіяльності живих організмів. Забруднювачі абіогенного походження — гази і пил, що надходять у повітря при вулканічній діяльності, з гейзерів і гарячих джерел, внаслідок пилових бур.

Найбільшу небезпеку для життя людини й живої природи мають забруднювачі повітря штучного (техногенного) походження.

У зв'язку з бурхливим розвитком промисловості й спалюванням великих обсягів палива темпи використання запасів кисню та накопичення вуглекислого газу в атмосфері різко збільшились. Унаслідок цього порушився кругообіг вуглецю в природі, що спричинило екологічну кризу - різке погіршення умов існування людини, зумовлене антропогенною дією на навколишнє середовище. Саме автомобільний транспорт, в результаті якого в повітря викидається велика кількість оксидів вуглецю, промислових газів, є основним джерелом забруднення повітря, що завдає великої шкоди природному середовищу і людям.

Автомобільний транспорт викликає інгредієнтне та параметричне забруднення навколишнього середовища. Інгредієнтне забруднення обумовлено надходженням в атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі та підземні води хімічних речовин та сполук, яких раніше там або взагалі не було, або вони були у значно меншій кількості. Інгредієнтне навколишнього середовища – викиди продуктів згоряння палива, які забруднення завжди викликає зміну концентрації у бік збільшення певних хімічних речовин у середовищі, куди ці речовини потрапляють. Параметричне забруднення – це

зміна природних параметрів стану навколишнього середовища (температури, рівня шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання) без зміни його хімічного складу. Основні причини інгредієнтного забруднення містять понад чотирьохсот різноманітних хімічних речовин, серед яких є багато таких, що шкідливі для людини, фауни та флори. Крім того, інгредієнтне забруднення створюють продукти зношування дорожнього покриття та шин, викиди від технологічного устаткування різноманітних автотранспортних підприємств, звалища старих автомобілів, стічні води. З усіх видів забруднення найбільш небезпечним вважають інгредієнтне забруднення повітря. Воно швидко розповсюджується та безпосередньо впливає на людину і довкілля. Небезпечним є також інгредієнтне забруднення ґрунту та вод [6].

Параметричні види забруднення впливають на екологічний стан через деякий час, і їх вплив має поступовий характер. Тому задача охорони довкілля має розв'язуватися комплексно: треба вирішувати найбільш гострі проблеми сьогодення і не забувати про негативні чинники, які накопичуються і проявляються через деякий час, коли вже пізно буде з ними боротися. Тривала дія шумового забруднення викликає зміни психологічного стану людини, підвищену втомленість, зменшення працездатності. Шумове забруднення викликає зміну природного балансу видів у тваринному світі. Корисні тварини та птахи залишають зони шумового забруднення поблизу автомобільних доріг, а на їх місці з'являються шкідливі види комах та гризунів. Такий самий вплив чинить і вібраційне забруднення, яке передається від доріг та інженерних споруд на великі відстані. Крім того, вібраційне забруднення викликає руйнування доріг, будівель поблизу доріг та дорожніх інженерних споруд. Електромагнітне забруднення від автомобільного транспорту може бути викликано роботою різноманітних електричних систем та приладів сучасного автомобіля. Сьогодні проблема електромагнітного забруднення є практично розв'язаною. Найменш наочним,

таким, що є невидимим, не проявляється одразу і не привертає до себе уваги пересічних людей, є теплове забруднення. Але воно є однією з найбільш небезпечних загроз для цивілізації в цілому. Уся хімічна енергія палива, використаного у тепловому двигуні, після низки перетворень потрапляє у вигляді теплоти у навколишнє середовище, що викликає його теплове забруднення. Теплове забруднення від автомобільного транспорту є лише часткою загального теплового забруднення, викликаного виробничою діяльністю людства. Теплове забруднення призводить до підвищення температури атмосфери, що спричиняє глобальні зміни клімату планети, наслідки яких важко передбачити. Відповідно до другого закону термодинаміки принципово неможливо повністю перетворити теплоту, яка отримана від гарячого джерела (це теплота, що виділяється при згорянні палива), на механічну роботу. Деяка частка теплоти обов'язково має бути відведена у холодне джерело (навколишнє середовище). Найкращі теплові двигуни на режимі максимальної економічності перетворюють на корисну роботу не більше 45 % теплоти згоряння палива, а з урахуванням того, що автомобільні двигуни працюють переважно на змінних режимах, ця цифра зменшується до 10 – 20 %. Повністю виключити теплове забруднення, викликане антропогенними чинниками, неможливо. Єдиним способом зменшення темпів теплового забруднення атмосфери на автомобільному транспорті є зменшення загальної витрати палива шляхом підвищення ефективності використання теплоти згоряння палива на одиницю транспортної роботи. Основним типом сучасного автомобільного двигуна є поршневий двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). Підраховано, що з моменту розробки першого ДВЗ і дотепер у світі було створено понад 500 тис. різних моделей двигунів цього типу. Причина переважного використання поршневих ДВЗ у складі силових установок наземних транспортних машин полягає в органічному поєднанні таких властивостей, як висока паливна економічність (високий ККД), можливість отримання агрегатної потужності

від кількох ват до кількох тисяч кіловат, достатньо висока питома потужність (відношення потужності до робочого об'єму циліндрів у сучасних форсованих двигунів досягає 70 кВт/л), пристосованість до різноманітних умов експлуатації. Поршневі ДВЗ працюють на рідкому паливі та на газі. Найчастіше сировиною для виготовлення палива є нафта, газовий конденсат, нафтовий та природний газ. Сьогодні йде пошук альтернативних видів палива ненафтового походження, відпрацьовуються методи їх зберігання на борту автомобіля та використання у двигуні. Основною причиною інгредієнтного забруднення повітря при експлуатації автомобілів є те, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів містяться понад 400 різних хімічних сполук, значна частка яких є шкідливими (токсичними, канцерогенними, мутагенними). Вважають, що саме шкідливі речовини, які містяться у відпрацьованих газах, є головною причиною екологічної небезпеки автомобілів. Крім того, при експлуатації автомобілів в атмосферу може потрапляти пара вуглеводнів (унаслідок випаровування з паливних баків і карбюраторів, при заправленні, проливанні палива на землю та асфальт, при митті деталей в органічних розчинниках, при пошкодженні паливних систем газових двигунів). В атмосферу та у ґрунт потрапляють також продукти зношування дорожнього покриття та автомобільних шин. Утворення переважної більшості шкідливих речовин, які потім викидаються у повітря разом із відпрацьованими газами, відбувається в основному у циліндрі ДВЗ або у камерах згоряння двигунів інших типів у процесах згоряння палива. Інколи внаслідок порушення процесів згоряння, поганого технічного стану двигуна, недосконалої організації робочих процесів шкідливі речовини можуть утворюватись у випускній системі двигуна. Відпрацьовані гази теплових двигунів, зокрема відпрацьовані гази ДВЗ, можуть складатись з таких речовин:

- азот;
- кисень;

- водяна пара;
- діоксид вуглецю або вуглекислий газ;
- аргон;
- оксид вуглецю або чадний газ;
- діоксид сірки;
- сірководень;
- водень;
- оксиди азоту;
- альдегіди, зокрема: формальдегід, акролеїн, оцтовий альдегід.

Загальне умовне позначення альдегідів – RCHO;

- неканцерогенні вуглеводні: алкани , алкени, циклани, алкіни, ароматики;
- різноманітні канцерогенні вуглеводні (індикатором наявності канцерогенних вуглеводнів прийнято вважати бенз(альфа)пірен;
- тверді частинки (орієнтовно склад частинок такий: сажа до 25 %, оксиди металів – до 65 %, різноманітні аерозолі палива і мастил – до 10 %) [6].

Концентрація конкретних речовин у відпрацьованих газах теплових двигунів залежить від таких факторів:

- тип двигуна (ДВЗ, газотурбінний, із зовнішнім підведенням теплоти);
- кількість циліндрів (якщо це поршневий ДВЗ), номінальна потужність, наявність наддування тощо;
- технічний стан двигуна та автомобіля у цілому;
- режим роботи двигуна;
- регулювання систем двигуна (живлення, запалювання, охолодження, змащування, наддування);
- властивості палива;
- наявність або відсутність нейтралізаторів;

– параметри навколишнього середовища.

– У деяких випадках окремі речовини можуть бути у таких малих концентраціях, що ними можна знехтувати.

Як свідчать дослідження, запаси повітря на Землі практично безмежні, вони є невичерпним ресурсом. Однак господарська, передусім промислова, діяльність людини шкідливо впливає на атмосферу, змінює склад забруднення атмосферного повітря спричинене процесами і явищами, що відбуваються у природі, та промислово-побутовою діяльністю людини (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Маса забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу

Речовина	Природні надходження, т/рік	Антропогенні викиди, т/рік
Оксид вуглецю(CO )	–	$3.5 \times 10^8$
Діоксид сірки(SO <sub>2</sub> )	$1.4 \times 10^8$	$1.45 \times 10^8$
Оксиди азоту(NO <sub>x</sub> )	$1.4 \times 10^9$	$(1.5-2.0) \times 10^7$
Аерозолі	$(7.7-22.0) \times 10^{10}$	$(9.6-26.0) \times 10^7$
Озон( O <sub>3</sub> )	$2.0 \times 10^9$	–
Свинець(Pb)	–	$2.0 \times 10^6$
Діоксид вуглецю(CO <sub>2</sub> )	$0.1 \times 10^{13}$	$0.18 \times 10^{11}$
Сірководень(H <sub>2</sub> S)	$1.9 \times 10^7$	$0.36 \times 10^7$

З таблиці 2.2. видно, що серед антропогенних викидів переважають : CO, SO<sub>2</sub>, Pb, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S [7 ].

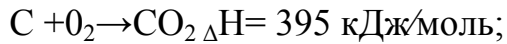
Автомобільний транспорт є джерелом забруднення атмосфери. Забруднення виникає декількома шляхами [3].

1. Спалювання палива. Основною складовою частиною автомобільного палива є органічна речовина. Органічна речовина



складається з елементів: С, Н, О, крім того у складі палива, у залежності від його природи, є сірка, азот, оксиди і сульфідні деяких металів.

При згорянні палива відбувається окиснення сполук гідрогену і карбону з виділенням енергії:

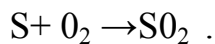


При нестачі кисню протікають реакції:

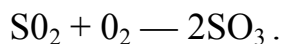


2. При неповному згорянні кількість тепла, що виділяється, зменшується.

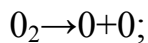
Домішки, що можуть бути в паливі, при окисненні утворюють:



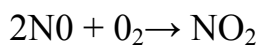
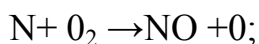
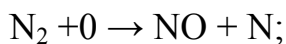
$\text{SO}_2$  — молекула стійка, але частково проходить реакція:



В умовах високих температур молекули діоксигену дисоціюють:



тоді:



3). Органічні сполуки, й у першу чергу вуглеводні, при високотемпературному окисненні утворюють альдегіди, карбонові кислоти, меркаптани.

4). Утворення твердих часточок (диму) залежить від складу палива й повноти згорання, їх склад може бути найрізноманітніший: пил незгорілого палива, попіл, силікати, плумбум хлорид, цинк оксид та інші [8].

При спалюванні палива щорічно витрачається 23% кисню, що утворюється при фотосинтезі.

Таким чином, газові викиди при згорянні палива включають: карбону діоксид, карбону оксид, нітрогену оксиди ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), сульфур оксиди ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}$ ), вуглеводні ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ ), альдегіди, карбонові кислоти, меркаптани, водяну пару, тверді часточки (попіл, незгоріле паливо) та ін. З твердими часточками газової фази в атмосферу попадають і радіоактивні компоненти, що можуть бути в складі палива [8].

## 2.1 Викиди автомобілів з карбюраторними двигунами

Забруднення повітря автомобільним транспортом відбувається в результаті спалювання палива. Принцип роботи автомобільних двигунів заснований на перетворенні хімічної енергії рідких і газоподібних палив нафтового походження в теплову, а потім - у механічну енергію. Рідкі палива в основному складаються з вуглеводнів, газоподібні, поряд з вуглеводнями, містять негорючі гази, такі як азот і вуглекислий газ. При згорянні палива в циліндрах двигунів утворюються нетоксичні (водяна пара, вуглекислий газ) і токсичні речовини. Останні є продуктами згоряння або побічних реакцій, що протікають при високих температурах. До них відносяться окис вуглецю  $\text{CO}$ , вуглеводні  $\text{C}_m\text{H}_n$ , окисли азоту ( $\text{NO}$  і  $\text{NO}_2$ ) зазвичай позначаються  $\text{NO}_x$ . Крім перерахованих речовин шкідливий вплив на організм людини надають сполуки свинцю, канцерогенні речовини, сажа і альдегіди. Джерелами викидів шкідливих речовин автомобільних двигунів внутрішнього згорання є:

- а) відпрацьовані гази;
- б) картерні гази;
- в) випаровування з системи живлення.

Основні джерела випаровування палива — паливний бак карбюратор. Вони стосуються більше бензинових двигунів, дизельне паливо має меншу здатність випаровуватися, і паливна система дизеля більш герметична [9].

Картерні гази — утворюються в результаті прориву газів крізь нещільності циліндро-поршевої( групи з камери згорання в картер. Тут вони змішуються з парами олив і палива, яке змивається зі стінок циліндру. Треба відмітити, що картерні гази дизеля разів у 10 менше токсичні за картерні гази бензинових двигунів.

Сучасні автомобілі мають переважно замкнуту систему вентиляції картеру, яка практично унеможлиблює викиди шкідливих речовин у атмосферу. Вони також надходять у циліндри двигунів і там згорають. Картерні гази і випаровування складаються, в основному, з вуглеводнів.

Отже, основну небезпеку щодо забруднення довкілля і зокрема атмосферного повітря мають відпрацьовані гази. У відпрацьовані гази входить більше 1000 різних шкідливих речовин, які чинять негативний вплив на людину і довкілля, 200 з них розпізнано. Основними серед них є: оксид вуглецю (CO), вуглеводні (загальна формула альдегіди (загальна формула RCHO), канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (основний елемент — найтоксичніший і якого найбільше, бенз(α)пірен — C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), оксиди азоту (загальна формула NO), сполуки сірки (основна сполука — двооксид сірки SO<sub>2</sub>), тверді частинки (в основному сажа, що складається з вуглецю — C), сполуки свинцю(PbO<sub>4</sub>).

Таблиця 2.3 - Граничний вміст основних шкідливих речовин у вихлопних газах бензинових двигунів і дизелів

Назва речовини	Бензинові	Дизельні
Оксид вуглецю(CO),%	10	0,3
Вуглеводні (C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> ),%	2	0,5
Оксиди азоту(NO <sub>x</sub> ),%	0,6	0,2
Альдегіди (RCHO),%	0,2	0,05
Двооксид сірки(SO <sub>2</sub> ),мг/м <sup>3</sup>	0,003	0,015
Сажа (C),мг/м <sup>3</sup>	100	2000
Сполука свинцю(PbO <sub>4</sub> ),мг/м <sup>3</sup>	60	-
Канцерогени (бенз(α)пірен),мг/м <sup>3</sup>	25	10

Хімічний склад викидів залежить від виду та 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, що значно перевищують викид на навантажувальних режимах. Технічний стан двигуна безпосередньо впливає на екологічні показники викидів. Відпрацьовані гази бензинового двигунів з неправильно відрегульованими запалюванням та карбюратором містять оксид вуглецю в кількості, що перевищує норму в 2-3 рази.

У таблиці 2.4 наведено вміст основних токсичних речовин у відпрацьованих газах карбюраторних (бензинових) двигунів.

Таблиця 2.4-Вміст основних токсичних речовин у відпрацьованих газах бензинових двигунів

Токсичні речовини	Вміст у відпрацьованих газах
Оксид вуглецю	До 10,0 %
Вуглеводні	До 3,0 %
Окисли азоту	До 0,5 %
Альдегіди	До 0,03 %
Двоокис сірки	До 0,008 %
Сажа	До 0,04 г/м <sup>3</sup>
Бенз (а) пірен	До 20 мкг/м <sup>3</sup>

Основним токсичним компонентом відпрацьованих газів, що виділяються при роботі бензинових двигунів, є оксид вуглецю. Він утворюється при неповному окисненні вуглецю палива через нестачу кисню у всьому обсязі циліндра двигуна або в окремих його частинах.

## 2.2 Викиди автомобілів з дизельними двигунами

Основним джерелом токсичних речовин, що виділяються при роботі дизелів, є відпрацьовані гази. Картерні гази дизеля містять значно меншу кількість вуглеводнів в порівнянні з бензиновим двигуном у зв'язку з тим, що в дизелі стискається чисте повітря, а утворювані в процесі розширення гази містять невелику кількість вуглеводневих сполук, які є джерелом забруднень атмосфери.

Приблизний зміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах дизеля наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Вміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах дизеля

Токсичні речовини	Вміст у відпрацьованих газах
Окис вуглецю	0,01 %
Вуглеводні	0,25 %
Окисли азоту	0,002%
Альдегіди	До 10 мкг/м <sup>3</sup>
Двоокис сірки	0,03 %
Сажа	0,01 - 1,1 г/м <sup>3</sup>
Бенз (а) пірен	Бенз (а) пірен

Дизельні двигуни викидають більше альдегідів, ніж бензинові, але менше окису вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту.

Чи можна вважати дизельні двигуни більш екологічними?

З таблиці 2.6 видно , що питомі викиди шкідливих речовин двигунами транспорту більші у дизельних двигунів, ніж у бензинових.

Таблиця 2.6 -Питомі викиди речовин двигунами транспорту (г/кг пального)

Шкідливі речовини	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
CO	37.8	20.8
NO <sub>x</sub>	21,0	41,0
Тверді часточки	1,5	7,6
SO <sub>x</sub>	1.5	5,6
Альдегіди	0,93	0,78

Проблема екологічності автомобілів виникла ще в середині ХХ століття, коли машини стали масовим продуктом.

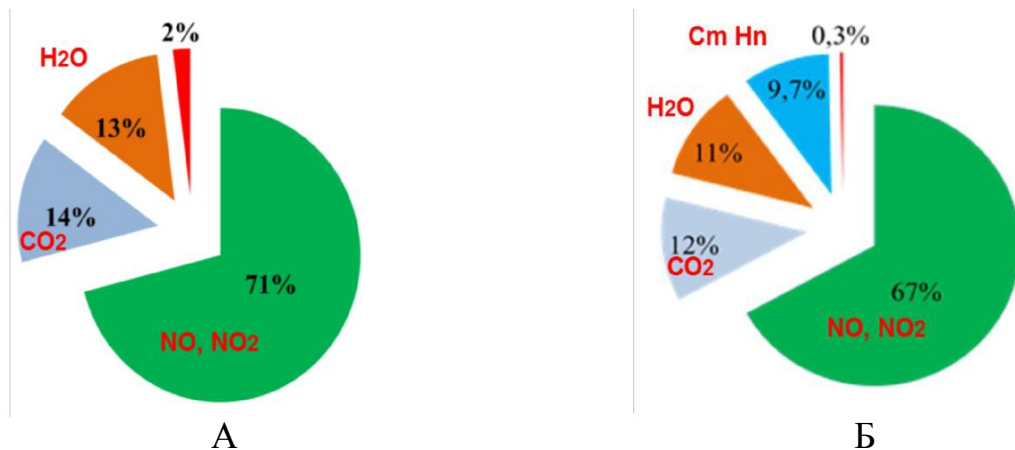


Рис.2.1 - Шкідливі компоненти викидів двигунів внутрішнього згорання: А – бензинові ДВЗ, Б – дизельні ДВЗ

Європейські країни, перебуваючи на порівняно невеликій території, раніше інших почали застосовувати різні екологічні нормативи. Вони існували в окремих країнах і включали різні вимоги до вмісту шкідливих речовин у вихлопних газах у автомобілів.

### 2.3 Норми викидів пересувних джерел за вимогами Європейського Союзу

У 1988 році Європейською економічною комісією ООН був введений єдиний регламент (так званий Євро-0) до вимог знизити рівень викидів окису вуглецю, оксиду азоту та інших речовин в автомобілях. Раз на кілька років вимоги посилювалися, інші держави також стали вводити подібні нормативи.

Регламент (ЄС) №715/2007 від 20.06.2007 року Європейського Парламенту та Ради про затвердження типу колісних транспортних засобів стосовно шкідливих викидів легких пасажирських транспортних засобів та транспортних засобів комерційного призначення (Євро-5 та Євро-6) і про доступ до інформації щодо ремонту та технічного обслуговування колісних транспортних засобів

Регламент встановлює загальні технічні вимоги для затвердження типу колісних транспортних засобів (КТЗ) та змінних частин, таких як змінні прилади для контролювання забруднення, стосовно викидів. Регламент також запроваджує норми щодо експлуатаційної відповідності та ресурсу приладів контролю за забрудненням, бортових діагностичних (OBD) систем, вимірювання споживання палива та доступності інформації щодо ремонту й обслуговування КТЗ.

Регламент встановлює граничні значення викидів за Євро-5 та за Євро-6, граничне значення для випробування щодо випаровування, граничні значення для шкідливих викидів монооксида вуглецю та вуглеводнів щодо випробування двигуна після холодного старту.

З 2015 року в Європі діють норми Євро-6. Згідно з цими вимогами, для бензинових двигунів встановлюються наступні допустимі викиди шкідливих речовин (г / км):

- Оксид вуглецю (CO) - 1
- Вуглеводень (CH) - 0,1
- Оксид азоту (NOx) - 0,06
- Зважені частинки (PM) - 0,005

Для автомобілів з дизельними двигунами стандарт Євро-6 встановлює інші норми (г / км):

- Оксид вуглецю (CO) - 0,5
- Оксид азоту (NOx) - 0,08
- Вуглеводні та оксиди азоту (HC + NOx) - 0,17
- Зважені частинки (PM) - 0,005.

Директива 98/70/ЄС щодо якості бензину та дизельного палива та внесення змін до Директиви 93/12/ЄЕС має метою зменшення викидів забруднюючих речовин від автотранспортних засобів. Директива визначає екологічні вимоги для палива, що продається для використання в двигунах примусового запалювання та двигунах компресійного запалювання.

Директива містить вимоги щодо: заборони продажу етильованого бензину; поетапного покращення якості палива (встановлює екологічні вимоги для палива, що продається для використання в двигунах примусового запалювання, яким має відповідати паливо з 01 січня 2000р. та 01 січня 2005 р., зокрема зменшення показника вмісту сірки до 10 мг/кг); перевірку відповідності бензину та дизпалива встановленим екологічним вимогам на основі аналітичних методів, закріплених у європейських стандартах EN 228:1999 та EN 590:1999 відповідно; встановлення власних систем моніторингу якості палива, що відповідають стандартам (застосування іншої системи моніторингу якості палива можливе за умови, що така система дає результати відповідної достовірності);



Законодавство України частково відповідає вимогам Директиви 98/70/ЄС.

Зокрема, як і Директива 98/70/ЄС, Закон України від 15 листопада 2001 р. № 2786-III «Про заборону ввезення і реалізації на території України етилованого бензину та свинцевих добавок до бензину», забороняє ввезення і реалізацію на території України етилованого бензину та свинцевих добавок до бензину. Згідно зі змінами до даного закону, що вносяться законопроектом №2073 від 23.01.2013, з-під сфери його дії виводиться ввезення авіаційного бензину на територію України до введення сертифікованого в Україні альтернативного виду палива (за умови ввезення в обсязі не більше 1 000 тонн протягом календарного року).

Законом України «Про деякі питання ввезення на митну територію України та реєстрації транспортних засобів» від 6 липня 2005 року № 2739-IV дозволено пропуск на митну територію України з метою вільного обігу та першу реєстрацію в Україні ввезених транспортних засобів нових і таких, що були в користуванні, або виготовлених в Україні за умови їх відповідності екологічним нормам не нижче рівня Євро-2 згідно з технічними регламентами та національними стандартами.

Законом передбачається також поступове введення в Україні стандартів від Євро-3 до Євро-6, починаючи з січня 2013 року:

- Євро-3 – з 1 січня 2013 року;
- Євро-4 – з 1 січня 2014 року;
- Євро-5 – з 1 січня 2016 року;
- Євро-6 – з 1 січня 2018 року.

В цілому розвинені країни орієнтуються на подібні норми щодо вмісту шкідливих речовин у вихлопних газах. Євросоюз в цьому плані є своєрідним авторитетом: він найбільш часто оновлює ці показники і впроваджує жорстке правове регулювання. Інші країни слідують за такою тенденцією і також оновлюють норми викидів. Наприклад, китайська програма повністю

еквівалентна Євро: нинішній Китай-5 відповідає Євро-5. Україна також намагається не відставати від Євросоюзу, але на даний момент реалізується стандарт, який діяв в європейських країнах до 2015 року.

В таблиці 2.7 представлено норми шкідливих викидів автомобілів «ЄВРО-Х» .

Таблиця 2.7 - Основні вимоги до палива

Екологічний стандарт	Дата впровадження	Оксид вуглецю (CO)	Вуглеводні (THC)	Леткі органічні речовини (NMHC)	Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> )	HC+ NO <sub>x</sub>	Зважені частинки (PM)
Для дизельного двигуна							
Євро-1	1992	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	0,14 (0,18)
Євро-2	1995	1,0	-	-	-	0,7	0,08
Євро-3	1999	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05
Євро-4	2005	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Євро-5	2009	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Євро-6	2015	0,500	-	-	0,080	0,170	0,005

Продовження таблиці 2.7  
Для бензинового двигуна

Євро-0, г/кВт- *год	1988	11,2	2,4	-	14,4	-	-
Євро-1	1992	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	-
Євро-2	1995	2,2	-	-	-	0,5	-
Євро-3	1999	2,3	0,20	-	0,15	-	-
Євро-4	2005	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Євро-5	2009	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005
Євро-6	2015	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005

Таблиця 2.8 - Вимоги до викидів автотранспорту згідно стандартів «Євро»

Євро 1 (з 1992 р.)	Встановлено граничний вміст викидів оксидів вуглецю та сумарних викидів незгорілих вуглеводнів й оксидів азоту, а для дизельних двигунів -сажі (впродовж 80 тис. км)
Євро 2 (з 1995 р.)	Рекомендовано виробникам перейти на бензинові двигуни із системами впорскування палива і каталітичними нейтралізаторами. Регламентовано склад повітряного середовища навколо автомобіля.
Євро 3: (з 1999 р.)	Встановлено параметри холодного запуску двигуна (перевірку вихлопу починають проводити з температури 7°C). Це потребує обладнання автомобіля бортовими діагностичними системами для контролю токсичності ВГ.
Євро 4 (з 2005 р.)	Зниження кількості викидів: СН до 0,1 г/км, СО до 1,0 г/км і NO до 0,08 г/км
Євро 5 (з 2009 р.)	Вдосконалення системи подавання палива (безпосереднє впорскування, зміна тиску впорскування), вимога встановлення каталізаторів, уловлювачів твердих часток відпрацьованого палива.
Євро 6 (з 2014 р.)	Зменшення викидів CO <sub>2</sub> до 120 г/км. Передбачено використання систем EGR і SCR або EGR+SCR, а також сажових фільтрів

На збільшення витрат пального та шкідливих речовин у вихлопних газах бензинових двигунів найістотніше впливають зношеність деталей кривошипно-шатунного механізму, порушення регулювання системи холостого ходу, а також нагар на свічках запалювання. У дизельних ДВЗ на збільшення витрати пального і на склад вихлопних газів найбільше впливає покриття голки форсунки смолистими відкладеннями та зношеність деталей двигуна. Якісний технічний стан автомобілів може зменшити загальний токсичний викид на 30-40%.

Вихлопні гази транспорту вміщують цілий ряд вуглеводнів, крім того, у двигуні утворюються канцерогенні циклічні вуглеводні та їх похідні. Газові викиди транспорту в атмосфері зазнають впливу сонячного світла, що приводить до фотохімічних реакцій, у результаті яких утворюється  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , пероксиди, 3,4-бензпірен ( $\text{C}_{22}\text{H}_{14}$ ) та інші сполуки.

Крім газового викиду, через викидні труби (так званий — організований вихід), на транспорті є витрати пального через негерметичність системи: паливний бак — циліндр двигуна. У результаті випаровування з місць пропусків, паливо поступає в атмосферу [10].

Відпрацьовані гази двигуна внутрішнього згорання містять близько 200 компонентів. Період їхнього існування триває від декількох хвилин до 4-5 років. За хімічним складом і властивостями, а також характером впливу на організм людини їх об'єднують в групи [11].

Перша група. У неї входять нетоксичні речовини: азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ та інші природні компоненти атмосферного повітря. У цій групі заслуговує уваги вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), вміст якого у відпрацьованих газах в даний час не нормується, проте питання про це ставиться в зв'язку з особливою роллю  $\text{CO}_2$  в «парниковому ефекті».

Друга група. До цієї групи відносять тільки одну речовину - оксид вуглецю, або чадний газ ( $\text{CO}$ ). Продукт неповного згорання нафтових видів

палива, він не має кольору і запаху, легший за повітря. У кисні і на повітрі оксид вуглецю горить блакитним полум'ям, виділяючи багато теплоти і перетворюючись на вуглекислий газ. Оксид вуглецю має виражений отруйний вплив. Він обумовлений його здатністю вступати в реакції з гемоглобіном крові, приводячи до утворення карбоксигемоглобіну, який не пов'язує кисень. Внаслідок цього порушується газообмін в організмі, з'являється кисневе голодування і порушується функціонування всіх систем організму. Отруєнню чадним газом часто схильні водії автотранспортних засобів при ночівлях в кабіні з працюючим двигуном або при прогріванні двигуна в закритому гаражі.

Третя група. У її складі оксиди азоту, головним чином, NO - оксид азоту і NO<sub>2</sub> - діоксид азоту. Це гази, що утворюються в камері згоряння двигуна при температурі 2800 ° C і тиску біля 1 МПа. Оксид азоту - безбарвний газ, не взаємодіє з водою і мало розчинний в ній, не вступає в реакції з розчинами кислот і лугів. Легко окислюється киснем повітря і утворює діоксид азоту. При звичайних атмосферних умовах NO повністю перетворюється на NO<sub>2</sub> - газ бурого кольору з характерним запахом. Він важчий за повітря, тому збирається в поглибленнях, канавах і становить велику небезпеку при технічному обслуговуванні транспортних засобів.

Четверта група. У цю найбільш численну по складу групу входять різні вуглеводні, тобто з'єднання типу C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> - етан, метан, бензол, ацетилен і інші токсичні речовини. У відпрацьованих газах містяться вуглеводні різних гомологічних рядів: парафінові (алкани), нафтонові (циклани) і ароматичні (бензолні), всього близько 160 компонентів. Вони утворюються в результаті неповного згоряння палива в двигуні.

Незгорілі вуглеводні є однією з причин появи білого або блакитного диму. Це відбувається при запізненні займання робочої суміші в двигуні або при знижених температурах в камері згоряння.

Вуглеводні під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця вступають в реакцію з оксидами азоту, в результаті утворюються нові токсичні продукти - фотооксиданти, що є основою «смогу» (від англ. smoke - дим і fog - туман).

Головним токсичним компонентом смогу є озон. До фотооксидантів також відносяться чадний газ, сполуки азоту, перекису і ін. Фотооксиданти біологічно активні, мають шкідливий вплив на живі організми, ведуть до зростання легеневих і бронхіальних захворювань людей, руйнують гумові вироби, прискорюють корозію металів, погіршують умови видимості.

П'ята група. Її складають альдегіди - органічні сполуки, що містять альдегідну групу  $O=C=H$ , пов'язану з вуглеводневим радикалом ( $CH_3$ ,  $C_6H_5$  або ін).

У відпрацьованих газах присутні в основному формальдегід, акролеїн і оцтовий альдегід. Найбільша кількість альдегіду утворюється на режимах холостого ходу і малих навантажень, коли температури згоряння в двигуні невисокі.

Формальдегід  $HCHO$  - безбарвний газ з неприємним запахом, важчий за повітря, легко розчинний у воді. Він подразнює слизові оболонки людини, дихальні шляхи, вражає центральну нервову систему. Обумовлює запах відпрацьованих газів, особливо у дизелів.

Акролеїн  $CH_2 = CH-CHO$ , або альдегід акрилової кислоти, - безбарвний отруйний газ із запахом підгоріли жирів. Впливає на слизові оболонки.

Оцтовий альдегід  $CH_3CHO$  - газ з різким запахом і токсичною дією на людський організм.

Шоста група. У неї входять зважені тверді речовини (сажа та інші дисперсні частинки (продукти зносу двигунів, аерозолі, масла, нагар і ін)), які складаються з дрібнодисперсних частинок (діаметром менше 1 мкм), здатні перебувати в підвішеному стані протягом доби. Вони складаються з різних

матеріалів, включаючи неорганічну золу, кислі сульфати або нітрати, дим, що містить поліциклічні ароматичні вуглеводні, тонкодисперсний пил, залишки свинцю і азбесту.

Проблема забруднення повітря міст світу зваженими частинками діаметром менше 10 мкм, звані зазвичай РМ-10, визнана однією з найважливіших.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні відносяться до великого числа органічних сполук, хімічна структура яких складається з двох і більше бензольних кілець. Найбільш широко відоме з'єднання - бенз (а) пірен.

Сажа - частинки твердого вуглецю чорного кольору, що утворюються при неповному згорянні і термічному розкладанні вуглеводнів палива. Вона не становить безпосередньої небезпеки для здоров'я людини, але може дратувати дихальні шляхи. Створюючи димний шлейф за транспортним засобом, сажа погіршує видимість на дорогах. Найбільша шкода сажі виявляється в адсорбування на її поверхні бенз (а) пірену, який в цьому випадку надає більш сильний негативний вплив на організм людини, ніж у чистому вигляді. Тому зменшення її викидів - вельми актуальне завдання, від вирішення якої залежать як екологічні показники повітряного басейну, так і розвитку дизельного транспорту в цілому. В даний час для очистки відпрацьованих газів дизелів від сажових (твердих) частинок в багатьох країнах знаходять застосування сажові фільтри [12].

Діаметр первинних сажових частинок становить 0,02-0,17 мкм. У відпрацьованих газах сажа знаходиться у вигляді утворень неправильної форми розміром 0,3-100 мкм. Найбільша кількість частинок сажі має розміри до 0,5 мкм.

Сьома група. Являє собою сірчисті сполуки - такі неорганічні гази, як сірчистий ангідрид, сірководень, які з'являються в складі відпрацьованих газів двигунів, якщо використовується паливо з підвищеним вмістом сірки. Для російських родовищ нафти (особливо в східних районах) характерний

високий відсоток присутності сірки і сірчистих сполук. Тому з неї дизельне паливо відрізняється більш важким фракційним складом і разом з тим гірше очищено від сірчаних і парафінових сполук. Наявність сірки посилює токсичність відпрацьованих газів дизелів і є причиною появи в них шкідливих сірчистих сполук. Сірчисті сполуки мають різкий запах, важчі за повітря, розчиняються у воді. Вони мають подразнюючу дію на слизові оболонки горла, носа, очей людини, можуть призвести до порушення вуглеводного і білкового обміну та пригнічення окисних процесів, при високій концентрації (понад 0,01%) - до отруєння організму.

Восьма група. Компоненти цієї групи - свинець і його сполуки - зустрічаються у відпрацьованих газах карбюраторних автомобілів тільки при використанні етилового бензину, що має у своєму складі присадку, що підвищує октанове число. Воно визначає здатність двигуна працювати без детонації. Чим вище октанове число, тим більше стійкий бензин проти детонації. Детонаційне згоряння робочої суміші протікає з надзвуковою швидкістю, що в 100 разів швидше нормального. В якості присадки, що підвищує октанове число, використовують антидетонатор- Р-9. Бензин з додаванням етилової рідини стає етилованим. До складу етилової рідини входять власне антидетонатор – тетраетил свинець, виносник - бромистий етил і амонохлорнафталін. При згорянні етилового бензину виносниксприяє видаленню свинцю і його оксидів з камери згоряння, перетворюючи їх в пароподібний стан. Вони разом з відпрацьованими газами викидаються в навколишній простір і осідають поблизу доріг. З 1999 року в Україні заборонено використання етилового бензину. Але у придорожньому просторі приблизно 50% викидів свинцю у вигляді мікрочастинок відразу розподіляються на прилеглій поверхні. Інша кількість протягом декількох годин знаходиться в повітрі у вигляді аерозолів, а потім також осаджується на землю поблизу доріг. Накопичення свинцю в



придорожній смузі призводить до забруднення екосистем і робить довколишні ґрунти непридатними до сільськогосподарського використання.

Негативний вплив на екосистеми надають не тільки розглянуті компоненти відпрацьованих газів двигунів, виділені у вісім груп, але й самі вуглеводневі палива, масла і мастила. Володіючи великою здатністю до випаровування, особливо при підвищенні температури, пари палив і олів розповсюджуються в повітрі і негативно впливають на атмосферу.

Забруднення атмосфери стало глобальною проблемою, особливо гострою у розвинутих країнах. Збитки, завдані людству забрудненням атмосферного повітря, дуже великі й постійно зростають. Усе це актуалізує необхідність нарощування зусиль, спрямованих на охорону повітряного басейну [5].

### 2.3 Акустичний вплив автотранспорту на атмосферне повітря

Транспорт не лише забруднює навколишнє середовище, він також є джерелом шуму.

Рівень шуму вимірюють у децибелах (дБа). Для людини межа дорівнює 90 дБа, якщо звук перевищує цю межу, то це може викликати у людини нервові розлади і постійний стрес. Останнім часом транспортний шум став дуже гострою проблемою для населення. Близько 40% населення міст-мільйонників проживає в умовах так званого шумового дискомфорту, при чому половина з них знаходиться під впливом шуму, рівень якого перевищує 70 дБа.

Загальний рівень шуму на наших дорогах вищий, ніж на Заході. Це наслідок того, що у транспортному потоці занадто багато вантажних автомобілів, рівень шуму яких дорівнює 8-10 дБа, тобто у два рази вищий, ніж у легкових. Але головна причина у відсутності контролю рівня шуму на дорогах. Вимоги щодо обмеження шуму відсутні навіть у Правилах

дорожнього руху. Не дивно, що неправильне обладнання вантажівок та погане фіксування вантажів стало масовим явищем на дорогах.

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. В шумових характеристиках транспорту під час руху по дорозі проявляється технічний рівень і якість дорожнього полотна. А тепер згадаємо наше національне лихо: погані дороги з вибоїнами, з численними латками, калюжами, ровами і т. ін. Отже, погана дорога це не тільки проблема автомобілістів та транспортників, це й екологічна проблема.

Шумовий вплив у великих індустріальних містах світу - одна з найбільш гострих екологічних проблем сучасності. Численні експерименти і практика показують, що антропогенний шумовий вплив несприятливо впливає на організм людини і скорочує тривалість його життя, тому що звикнути до шуму фізично неможливо. Людина може суб'єктивно не помічати звуки, але від цього руйнівна дія на його органи слуху не тільки не зменшується, але і збільшується. При пристосуванні до сильного шуму організм людини втрачає велику кількість енергії, розвивається гіпертонія, підвищується агресивність. Жінки більш чутливі до сильного шуму й у них за умови шумового дискомфорту виникають ознаки неврастенії.

Шумовий антропогенний вплив несприятливий і для тварин. Маються дані, що поблизу аеропортів відбувається передчасне линяння птахів, вони починають погано орієнтуватися, тріскаються яйця в гніздах, у бджіл гинуть личинки. У США становили, що безладний шум потужністю 100 дБ призводить до спізнілого проростання насіння.

Шум від автомобільного транспорту - це найбільш розповсюджений вид несприятливого екологічного впливу на організм людини. У містах до 60% населення проживає в зонах з підвищеним рівнем шуму, пов'язаного саме з

автомобільним транспортом. Зниження рівня шуму від автотранспорту може бути досягнуто виключенням проходження гучних магістралей через житлові масиви; організація зелених насаджень, особливо уздовж доріг; прокладка магістралей у тунелях; пристрій шумозахисних насипів і інших поглинаючих шум перешкод на шляхах розподілу шуму. Архітектурно-планувальні міри передбачають створення шумозахисних будинків, тобто таких будинків, що забезпечені приміщеннями нормального акустичного режиму за допомогою конструктивних, інженерних і інших мір (герметизація вікон, подвійні двері з тамбуром, облицювання стін поглинаючим звук матеріалом і ін.) [11].

Визначений внесок у захист середовища від шумового впливу вносять заборона звукового сигналу автотранспорту. Однак зазначені міри навряд чи дадуть належні екологічні ефекти, якщо не буде зрозуміло головне: захист від шумового впливу - проблема не тільки технічна, але і соціальна, вона потребує виховання звукової культури у населення.

У розвинутих країнах для зниження транспортного шуму вдаються до таких заходів:

1. забезпечення рівномірного і вільного руху;
2. зниження інтенсивності руху та заборона руху вантажного транспорту у нічний час;
3. перенесення транзитних магістралей і доріг для вантажного руху із житлових зон;
4. побудова шумозахисних споруд та зелені насадження;
5. створення на придорожній території захисних смуг;
6. побудова прозорих захисних шумових екранів.

## 2.4 Вплив на атмосферне повітря інших фізичних факторів дії автотранспорту

Коливання автомобіля за всіма параметрами близькі до параметрів коливань окремих органів людини, тому вібрація чинить негативний вплив на ті органи людини, частоти коливань яких збігаються з частотою вібрації автомобіля. При проектуванні підвіски автомобіля намагаються забезпечити таку плавність ходу, при якій рівні вібрації не перевищують порогу зниження комфортності або порогу продуктивності праці, а частота коливань кузова знаходиться в діапазоні 1,5- 2,5 Гц. Найменший рівень вібрації, джерелом якої є взаємодія коліс з дорогою, спостерігається при розміщенні водія і пасажирів всередині автомобіля на площі, обмеженої колісною базою. Таке розміщення прийнято практично для всіх легкових автомобілів. Для водіїв вантажних автомобілів з компонованням кабіни над двигуном і автобусів вагонного типу необхідно застосування сидіння з підресорюванням [12].

Вібрації, що виникають при русі автомобіля, не тільки впливають на водія і пасажирів, а й передаються через дорожнє покриття в навколишній простір. Дослідження показують, що вони можуть перевищувати допустимий для людини рівень на відстані від проїжджої частини до 10 м . Для запобігання впливу вібрації на організм людини застосовуються різні віброгасительні і демпфіруючі пристрої (амортизатори, демпфери, ресори, пружини і т.д.).

Природа електромагнітного випромінювання пов'язана з вихровими електричними і магнітними полями. Їх спільне поле домовилися називати електромагнітним. Електромагнітне поле проявляється у роботі всіх електротехнічних приладів та установок. Основне джерело електромагнітних випромінювань - система запалювання автомобіля і, в першу чергу, свічки, розподільник, високовольні дроти. Прилади системи запалювання та електрообладнання автомобілів є первинними випромінювачами

електромагнітних хвиль, а елементи кузова, деталі моторного відсіку, капот, крила, ґрати радіатора - вторинними. В цілому автомобіль є контуром, власні характеристики індуктивності і ємності якого залежать від багатьох факторів і поки мало вивчені.

Автомобіль є порівняно малопотужним джерелом електромагнітного випромінювання, однак проблема електромагнітного випромінювання існує, вона пов'язана з великим числом електричних джерел на вулицях міста і проникненням цього випромінювання в житлову забудову. Ця проблема стала більш актуальним в умовах швидкого розвитку транспорту, в тому числі електромобілів. Електромагнітні поля з високою щільністю енергії надають шкідливий вплив безпосередньо на організм людини. Ступінь впливу визначається кількістю енергії електромагнітних випромінювань в залежності від частоти чи довжини хвилі. По електричним властивостям більшість живих тканин на частотах більше 60 кГц і особливо на надвисоких частотах можна розглядати як аномальні діелектрики [12].

### 3 ВПЛИВ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Атмосферне повітря населених пунктів постійно забруднюється і за всіма параметрами докорінно відрізняється від повноцінного природного повітря, яке є чистим і стимулює біологічні процеси. У людей, які проживають у районах з інтенсивно забрудненим повітрям, є зміни показників імунобіологічного статусу організму. У водіїв і пасажирів автобусів змінюються показники розумової та фізичної працездатності.

Розрізняють місцеву і загальну дію біологічного ефекту забруднення повітря. Місцева дія може спричинювати гострі захворювання дихальних шляхів і легенів. Загальна дія зводиться до того, що більшість цих речовин діє на процес обміну речовин. Часто перед загальною дією має місце місцева дія, тому загальна дія завжди повинна розглядатись у сукупності з місцевою дією. Можуть бути захворювання, які є характерними обмінними захворюваннями, але виникли внаслідок загальної дії повітряних забруднень.

У містах швидко зростає кількість захворювань на кон'юнктивіт, екзему, фарингіт, ларингіт внаслідок забруднення атмосфери оксидом вуглецю, оксидами азоту, аміаком, вуглеводнями, сірчистим газом, формальдегідом, фторидами, аерозолями сульфатної кислоти, поверхнево-активними речовинами тощо, які викликають отруєння, а, крім того, знижують імунобіологічні властивості організму.

За даними ВОЗ, понад 80 % усіх захворювань людини пов'язано з тими чи іншими аспектами екологічного порушення в біосфері [5].

Життя людини без використання кисню з атмосфери неможливе. Зменшення вмісту кисню в повітрі спричинює кисневий голод, який супроводжується запамороченням, болем в області потилиці, зниженням гостроти зору, нудотою. Зменшенням вмісту кисню до 8 % веде до падіння температури тіла, анурії, зневоднення і смерті.

Діоксид вуглецю, що є кінцевим продуктом окислення вуглецю, у концентраціях 1—2 % не впливає негативно на організм людини. При збільшенні концентрації понад 3 % призводить до прискорення дихання, головного болю, шуму у вухах, підвищення артеріального тиску, серцебиття. Подальше підвищення концентрацій призводить до смерті.

Важливу роль у житті людини і природи відіграє озон ( $O_3$ ), який має сильні окислювальні властивості. Озоновий екран Землі затримує згубне для всього живого короткохвильове випромінювання Сонця. Вихлопні гази автомобілів містять більш ніж 200 хімічних сполук-продуктів згорання палива, більшість з яких токсичні.

Всі вище зазначені чинники згубно впливають на екологічну ситуацію в Україні і викликають такі негативні наслідки як парниковий ефект, кислотні дощі, руйнування озонового шару.

Озоновий шар Землі – це верхній найтонший (близько 3мм) шар атмосфери, що знаходиться на висоті від 10-17 до 50 км (в залежності від широти і пори року). Він виконує одну з найважливіших функцій на нашій планеті – захищає від ультрафіолетового випромінювання ,яке згубно впливає на всі живі організми. Глобальні зміни клімату і господарча діяльність людини призводять до стоншення озонового шару, що впливає на рівень інтенсивності ультрафіолетового випромінювання Сонця. Ще одною серйозною проблемою сучасності є підвищення концентрації озону біля земної поверхні, тому що у великій кількості він отруйний для живих організмів. Зокрема, у рослинах він руйнує клітинні мембрани листків, що призводить до вимирання лісів, у людей і тварин - знижує опірність організму інфекційним захворюванням легень і дихальних шляхів. Основною причиною дисбалансу між вмістом озону в атмосфері і біля поверхні Землі є викиди забруднюючих речовин в атмосферу: вихлопні гази автомобілів, хлорфторвуглеводні (холодильна техніка, аерозолі), хімічні добрива,

продукти згоряння промислового пального, викиди відпрацьованих газів при запуску ракет і висотних літаків, атомні взриви [2].

Наступною глобальною екологічною проблемою нашого часу, що потребує негайного вирішення, є проблема парникового ефекту. За останні 100 років концентрація в атмосфері вуглекислого газу збільшилась на 25%, а метану - на 100%. Ці гази зумовлюють виникнення так званого «парникового ефекту»: пропускаючи сонячне світло, вони частково затримують теплове випромінювання, яке надходить від поверхні Землі. Цей процес супроводжується глобальним підвищенням температури приблизно на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . У найближчий час викиди в атмосферу метану та вуглекислого газу будуть зростати, з чого більшість вчених роблять висновок, що через парниковий ефект протягом 50 років середня температура на Землі може підвищитися майже на  $2-5^{\circ}\text{C}$ . Це потепління може викликати підвищення рівня Світового океану на  $0,5 - 1,5\text{ м}$ , що призведе до затоплення густонаселених прибережних районів. Підвищення планетарної температури створює умови для відходження криги з полюсів на Північ, що призведе до їх розтавання [13].

Автомобілі - основне джерело чадного газу. Чадний газ - одна з найбільш токсичних сполук, негативно впливає на здоров'я людей. Він впливає на організм людини, зменшуючи насичуваність крові киснем, і тим самим, послабляє сприйняття, викликає сповільнення рефлексів і сонливість. Це збільшує частоту головних болів і негативно впливає на всю нервову систему, а також на серце і кровообіг. У великих дозах смертельний.

Азот, кисень, водяна пара, діоксид вуглецю та аргон є не шкідливими для людини. Саме ці речовини складають основну масу відпрацьованих газів. Діоксид вуглецю хоча і не токсичний для людини, але вважається, що саме він є одним із основних газів, які викликають парниковий ефект на планеті. Усі інші речовини є шкідливими (токсичними, канцерогенними, мутагенними). Для шкідливих речовин встановлено чотири класи небезпеки:



- 1) надзвичайно небезпечні (бенз(а)пірен, сполуки свинцю);
- 2) високонебезпечні (формальдегід, діоксид азоту);
- 3) помірно небезпечні (сажа, діоксид сірки, оксид азоту);
- 4) малонебезпечні (оксид вуглецю, аміак).

Найбільш поширеною шкідливою домішкою повітряного середовища є монооксид вуглецю. Він викликає зменшення рівня гемоглобіну в крові. Оксид вуглецю зв'язується з гемоглобіном набагато швидше, ніж кисень. До того ж, цей зв'язок є довготривалим. Завдяки цьому кров втрачає здатність переносити кисень, і виникає киснева недостатність: людина фактично «задихається». При вдиханні цього газу настає швидка втомлюваність, головний біль, запаморочення, порушення сну, не стабільність настрою, послаблення пам'яті, порушення діяльності серцево-судинної системи та інших систем організму. Оксид карбону II утворює з гемоглобіном крові стійку сполуку - карбоксигемоглобін, який блокує транспорт кисню в організм.

Неканцерогенні вуглеводні (СН) – вплив на організм неканцерогенних вуглеводнів виражається в порушеннях функціонального стану центральної нервової системи. Більш за все страждає вища нервова діяльність, що пов'язане з наркотичною дією вуглеводнів. Навіть у дуже низьких концентраціях дія вуглеводнів призводить до функціональних розладів нервової системи, неврастенії, вегетоневрозам, запальності й дратівливості – аж до сильного запаморочення при різких рухах головою. Вуглеводні, що викидаються у повітря при роботі автотранспорту на стиснутому природному газі або зрідженому нафтовому газі, викликають загальну слабкість, головні болі, рідше – відчуття шуму в голові знення та хвороби органів дихання. До того ж, деякі різновидитвердих частинок вбирають в себе високотоксичні речовини. Наприклад, сажа абсорбує на своїй поверхні канцерогенні вуглеводні. Оксид азоту (NO) – викликає зменшення рівня гемоглобіну в крові. В цьому плані дія NO схожа з дією CO. До того ж, через деякий час

після попадання в повітря NO перетворюється в NO<sub>2</sub> – бурий, із характерним неприємним запахом газ. Діоксид азоту NO<sub>2</sub> сильно дратує слизові оболонки дихальних шляхів. Ця речовина викликає сенсорні, функціональні й патологічні ефекти: почуття сухості та першіння в горлі, послаблення нічного зору, підвищення опору дихальних шляхів (збільшення зусиль, затрачених на подих), хвороби дихальних шляхів. Потрапляючи в організм людини, NO<sub>2</sub> при контакті із слизовою оболонкою утворює азотисту та азотну кислоти, які роз'їдають стінки альвеол легенів. При цьому стінки альвеол і кровоносних капілярів стають настільки проникними, що пропускають сироватку крові в порожнину легенів. У цій рідині розчиняється вдихуване повітря, образує піну, що перешкоджає подальшому газообміну і визиває набряк легенів. Діоксид сірки (SO<sub>2</sub>) – викликає подразнення та захворювання дихальних шляхів. При зіткненні з вологою поверхнею слизових оболонок верхніх дихальних шляхів SO<sub>2</sub> утворює нестабільну сірчисту кислоту, що окисляється до сірчаної, що й визначає первинний характер токсичної дії цієї речовини. Дратівна дія SO<sub>2</sub> на слизові оболонки приводить до розвитку хронічних ринітів, запаленням слухового проходу, хронічним бронхітам з астматичними компонентами. При високих концентраціях сірчистий ангідрид викликає роздратування слизових оболонок очей, у рідких випадках навіть втрату свідомості. При тривалому впливі в малих концентраціях спостерігаються зміни з боку органів травлення, мають місце функціональні порушення щитовидної залози.

Доведений прямий зв'язок між концентрацією бензопірену в повітрі і смертністю від раку легенів. Взагалі смертність від раку легенів серед мешканців міст вдвічі більша, ніж серед мешканців села. З тих елементів, які забруднюють повітря, виникненню раку легенів крім бензопірену сприяють молібден, арсен, цинк, ванадій і кадмій. У загазованих районах від раку легень вмирає у 10 разів більше людей, ніж у віддалених передмістях. У відпрацьованих газах автомобілів постійно присутній також свинець,

внаслідок чого у крові у водіїв і пасажирів знаходять його кількість, шкідливу для здоров'я. Чим більше свинцю в повітрі, тим більше його в крові, і це веде до зниження активності ферментів, що беруть участь у насиченні крові киснем, і до порушення обмінних процесів в організмі.

Таблиця 3.1 - Вплив вихлопних газів автомобілів на здоров'я людини

Шкідливі речовини	Наслідки дії на організм людини
Окис свинцю	Шкодить адсорбуванню кисню кров'ю. Послаблює розумові здібності, сповільнює рефлекси, викликає сонливість, може бути причиною втрати свідомості
Свинець	Впливає на кровоносну, нервову та сечостатеву систему, викликає зниження розумових здібностей у дітей, відкладається у кістках
Окисли азоту	Можуть підвищувати сприйнятливості організму до вірусних захворювань, подразнювати легені, викликати бронхіт і пневмонію
Озон	Позрадноє слизову оболонку органів дихання, викликає кашель, порушує роботу легенів, знижує опір до простудних захворювань; може загострювати хронічні захворювання серця, а також викликати астму, бронхіт
Токсичні викиди (важкі метали)	Сприяють виникненню новоутворень, порушенню статевої системи і розвитку дефектів у немовлят

Формальдегід (НСНО) – викликає подразнення та захворювання дихальних шляхів, очей, репродуктивні органи, шкіряні покрови. Сильно вражає центральну нервову систему. Негативно впливає на генетичний

матеріал: досліді на тваринах показали, що формальдегід підсилює канцерогенний ефект бенз(а)пірену. Свинець (Pb) – небезпека свинцю для людини визначається його значною токсичністю і здатністю накопичуватися в організмі. Він є високотоксичним для нервових тканин, викликаючи зниження швидкості передачі нервового збудження, порушення постачання кисню до мозку [4].

Двоокис азоту негативно впливає і на людину, і на рослини. Припиняє ріст зернових. У людини викликає захворювання дихальних шляхів, негативно впливає на функції легень, підвищує імовірність вірусних захворювань. Окис азоту і двоокис азоту відіграють основну роль у формуванні кислотних дощів (у Європі вони утворюють до 50% кислот, що випадають з дощами). Кислотні дощі викликали усихання великих лісових масивів у Північній Європі. Вони також є причиною змін у ґрунтовій флорі - відбувається розвиток азотолюбних видів, замість інших видів - і надмірного розвитку мікрофлори в морях і озерах, що створює недостачу кисню у воді, і негативно діє на живі організми [4].

В індустріально розвинутих країнах, 47% окису азоту в атмосфері - це викиди автомобілів.

У верхніх шарах атмосфери озон присутній природньо (озоновий шар), і це - перевага, що захищає землю від небезпечного космічного випромінювання. Іонізоване повітря має лікувальні властивості. Природно іонізоване повітря є в горах, поблизу водоспадів, серед буйної зелені, в зоні морського прибою, поблизу гейзерів і т. л. Невелика концентрація негативних іонів підвищує працездатність, знижує кисневу нестачу, має лікувальну дію при ряді захворювань [5]. Але у високих концентраціях озон є забруднювачем, він шкодить здоров'ю людей, природі, природним і штучним будівельним матеріалам.

Формування приземного озону - непрямий наслідок забруднення, що викликають машини. Він отримується у результаті фотохімічних реакцій, у

яких беруть участь оксиди азоту і вуглеводні, що викидаються автомобілями. Озон - один з основних складових фотохімічного смогу, що викликає захворювання очей, головні болі, кашель, легеневі захворювання та ін. Найбільш піддані негативному впливу астматики і діти.

Кількість тропосферного (приземного) озону збільшилася в 2 рази в північній півкулі в порівнянні з минулим сторіччям.

Сполуки сірки (SO, SO<sub>2</sub> та інші): викликають окислювання ґрунтів і вод, негативно впливають на здоров'я людини і природного середовища.

Альдегіди- група речовин, що з'являються у вихлопах машини в результаті неповного згоряння палива. Вони звичайно мають їдкий запах і відповідальні за велику частину запаху, асоційованого з дорожнім рухом. Альдегіди негативно впливають на здоров'я людини. Один з найпоширеніших - формальдегід - викликає роздратування очей, носоглотки, нежить, кашель, утруднення подиху. Діти до нього найбільш чутливі. Є докази, що підтверджують канцерогенність формальдегіду для тварин, але в даний час це не підтверджено вірогідно для людей.

Сажа-це в основному маленькі частки вугілля, що абсорбують потенційно небезпечні речовини (зокрема, поліароматичні вуглеводні, що викликають рак). Частки досить малі, щоб проникати глибоко в легені при подиху. Дизельні мотори продиціюють значно більше часток, ніж бензинові. Частки в повітрі можуть загострювати респіраторні захворювання, такі, як бронхіт і астма.

Машинами викидаються такі важкі метали як нікель, ртуть, хром, кадмій, цинк, залізо, миш'як, марганець і берилій.

Деякі з них - миш'як, ртуть, кадмій і свинець - можуть бути високотоксичними в дуже малих концентраціях. Нагромадження важких металів у ґрунтах змінює їх хімічні і біологічні властивості. Метали акумулюються в живих організмах і потрапляють у харчові ланцюги. Зокрема, через коров'яче молоко і рибу вони потрапляють у людський

організм і спричиняють ряд важких захворювань. Основні джерела викидів важких металів - це металургія, електростанції, сміттєспалювальні заводи й автомобільний потік.

Важкі метали можуть залишатися в атмосферному повітрі до 10 днів і переноситися на відстань до 2000 км.

Тверді компоненти аерозолів дуже небезпечні для живих організмів, у людей вони викликають специфічні захворювання. Розрізняють пасивні та активні аерозолі в залежності від їх дії на організм людини. Пасивні аерозолі акумулюються на стінках органів дихання і можуть викликати ряд захворювань при певних концентраціях. Активні аерозолі залучаються до процесу кровообігу і є більш небезпечними для людського організму, тому що можуть викликати різноманітні захворювання, потрапляючи в клітини організму людини.

Одним із найяскравіших представників аерозольного забруднення атмосфери є органічний пил, що містить у собі аліфатичні й ароматичні вуглеводні, солі кислот. Він утворюється при спалюванні залишкових нафтопродуктів, у процесі піролізу на нафтопереробних, нафтохімічних та інших подібних підприємствах.

В атмосфері аерозольні забруднення також можна спостерігати у вигляді диму, туману, імлі або серпанка. За певних погодних умов в приземних шарах атмосфери відбуваються особливо значні скупчення газоподібних і аерозольних домішок, які отримали назву смогів.

До атмосферних забруднювачів належать вуглеводні - насичені й ненасичені, що включають від 1 до 13 атомів вуглецю. Вони можуть зазнавати різних перетворень, окиснення, полімеризації, особливо якщо почнуть взаємодіяти з іншими атмосферними забруднювачами після збудження сонячною радіацією. Результатом цих реакцій стає поява перекисних сполук, вільних радикалів, сполук вуглеводнів з оксидами нітрогену й сульфуру, часто у вигляді аерозольних частинок. За деяких

погодних умов у приземному шарі повітря можуть формуватися особливо великі скупчення шкідливих газоподібних й аерозольних домішок. Звичайно це трапляється, коли в шарі повітря прямо над джерелами газопилової емісії відбувається інверсія - розташування шарів холоднішого повітря під теплим, що перешкоджає рухові повітряних мас і затримує перенесення домішок угору. У підсумку шкідливі викиди концентруються під шаром інверсії, вміст їх у повітрі різко зростає, що стає однією з причин утворення раніше невідомого в природі фотохімічного туману.

Оксиди азоту викликають подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів і в тяжких випадках можуть призвести до смерті внаслідок набряку легенів. Захворюваність на пневмонію, інфаркт міокарда, алергічні хвороби, зокрема бронхіальну астму, також пов'язана із забрудненням повітря. Негативний вплив факторів навколишнього середовища на організм людини може проявлятися у вигляді запалення, дистрофічних змін, алергічного стану, порушення у розвитку плоду і пошкодження спадкового апарату клітини, 70-80% усіх випадків раку викликані дією хімічних канцерогенів. Вже тепер близько 4% новонароджених відрізняється генетичними дефектами, які ведуть далі до виражених спадкових захворювань.

Забруднення атмосферного повітря сприяють появі підвищеної кількості запальних захворювань органів дихання і очей, захворювань серцево-судинної системи, інфекційних захворювань, раку легенів. Люди, які проживають у районах, забруднених атмосферними викидами, часто мають низькі масу тіла і рівень фізичного розвитку, а також функціональні відхилення серцево-судинної і дихальної систем. Захворюваність хворобами органів дихання становить в середньому 73,5% від загальної захворюваності.

Внаслідок науково-технічної революції і урбанізації нашої планети навколишнє середовище неухильно погіршується в результаті антропогенної діяльності, яка піддає його щораз більшій дії фізичних, хімічних і

біологічних навантажень. Люди вже не спроможні адаптуватися до цих швидких і глобальних змін. Крім того, постала проблема демографічного вибуху і обмеженості природних ресурсів та життєвого простору Земної кулі

Внаслідок катастрофічного погіршення стану навколишнього середовища загальний рівень здоров'я населення України в останні роки різко знизився. Смертність перевищила народжуваність. Порушилися генетичні процеси, народження дітей з різними спадковими хворобами збільшилось у 2-4 рази. Україна посіла перше місце в світі за рівнем дитячої смертності. Зменшилась тривалість життя людей на 6 років, виріс показник первинної інвалідизації [7].

Значно збільшилась кількість серцево-судинних захворювань, особливо інфаркту міокарда та ішемічної хвороби серця, судинних уражень мозку, захворювань на рак, бронхіальну астму, цукровий діабет, алергічних захворювань та захворювань травного каналу.



#### 4 ЗАХОДИ ПО ЗМЕНШЕННЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Автомобільний транспорт як в містах, так і за їх межами, забруднює, головним чином, атмосферу. Забруднення йде по трьох каналах:

- 1) відпрацьованими газами, що виходять через вихлопну трубу;
- 2) картерними газами;
- 3) вуглеводнями внаслідок випаровування палива із бака, карбюратора та трубопроводів.

У складі відпрацьованих газів автомобіля найбільшу питому вагу по об'єму мають оксиди вуглецю (0,5—10%), оксиди азоту (до 0,8%), незгорілі вуглеводні (0,2—3,0%), альдегіди (до 0,2%) та сажа. В абсолютних величинах на 1000 літрів палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та картерними газами: 200 кг оксидів вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі та 1 кг сірчаних сполук.

Для кожного типу двигуна (карбюраторного або дизельного) при рівних умовах кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, пропорційна витраті палива. Тому економія палива одночасно по суті означає скорочення викидів токсичних речовин [14].

Загальна витрата палива автомобіля знаходиться в прямій залежності від ступеня його використання. Особливо відчутна така залежність для парку вантажних автомобілів. Скорочення дорожнього пробігу та більш повне використання вантажопідйомності кожного автомобіля суттєво знижують витрату палива. Так, підвищення на 10% коефіцієнта використання пробігу дозволяє зекономити 6,5—7% палива, а підвищення на таку ж величину коефіцієнта використання вантажопідйомності на 7—8%. Однак найбільш суттєвий вплив на скорочення витрати палива має конструкція автомобілів .

Вважають, що сумарна витрата енергії (палива) на подолання опору під час руху автомобіля становить приблизно 7% всієї енергії, яку витрачає автотранспорт. Задача покращення аеродинамічного стану рухомого складу полягає, насамперед, у зменшенні лобового опору повітря, а також у зниженні до можливого мінімуму турбулентності повітряного потоку (завихрення).

Першочергове значення для зменшення забруднення атмосфери машинами має технічний стан автомобільного й автобусного парків. Повністю справний автомобіль витрачає менше палива і вже цим сприяє зниженню рівня забруднення повітря. Але головна увага має бути направлена на справність паливної апаратури та системи запалювання.

Вивченням і практикою експлуатації, наприклад, встановлено, що одна непрацююча свіча в двигуні підвищує витрату палива на 10—15%, зниження температури охолоджувальної рідини до 35—400С на 10—12%, несправний регулятор випередження запалювання на 6—10%, наявність нагару в камерах згоряння на 7—8%. Несправність однієї форсунки в дизельному двигуні підвищує витрату палива на 22—28% [13].

У бензинових двигунах особливо ретельно повинно проводитись регулювання карбюратора і, загалом, холостого ходу. В умовах вуличного руху двигун автомобіля працює 30% часу на холостому ході, 30—40% — з постійним навантаженням, 20—25% — в режимі розгону та 10—15% — в режимі гальмування. При цьому, в середньому, на холостому ході автомобіль викидає 5—7% оксиду вуглецю до об'єму всього викиду, а в процесі руху з постійним навантаженням тільки 1—2,5%. При неправильно відрегульованому карбюраторі викид оксиду вуглецю на холостому ході підвищується до 15%, а іноді і більше. Одночасно на цьому режимі збільшується в 2—2,5 рази викид вуглеводнів та в 1,5 рази — альдегідів.

Не меншу роль у справі зниження витрати палива відіграють досконалість організації руху по вулично-дорожній мережі та мистецтво

водіння автомобіля, яке полягає у тому, щоб по можливості мати менше зупинок, а отже — холостого ходу, розгону та гальмування. В результаті можна зекономити до 20% палива. Слід зазначити, що при сповільненні (гальмуванні двигуном) вміст альдегідів у відпрацьованих газах підвищується у 10 разів. Таким чином, з позиції зменшення забруднення повітря необхідно прагнути вести автомобіль так, щоб він більшу частину часу рухався з постійним навантаженням.

Однак об'єктивна складність вирішення проблеми — збільшення вмісту у відпрацьованих газах оксидів азоту під час роботи двигуна з навантаженням. У ці періоди об'єм даних сполук зростає у 30—35 разів у порівнянні з режимом холостого ходу.

Необхідність захисту довкілля від забруднення відпрацьованими газами і вимоги паливної економічності поставили перед конструкторами транспортних засобів проблему пошуку прогресивних рішень щодо конструкції і принципу роботи автомобільних двигунів. Одним з подібних напрямків є розробка перспективних двигунів для майбутнього автомобільного транспорту [14].

В якості альтернативи карбюраторному двигуну, з'явилися дизель, роторний двигун, газова турбіна, парова поршнева машина, парова турбіна, двигун “зовнішнього” згорання (Стирлінга), інерційний двигун і деякі інші.

Дизельний двигун. Вважається, що в боротьбі за зменшення забруднення повітряного басейну дизельні двигуни можуть зіграти істотну роль. Дизель, так само як і карбюраторний двигун, відноситься до класу двигунів внутрішнього згорання, але відрізняється від нього значно вищими ступенями стиснення, що забезпечує самозаймання палива. Зважаючи на це, відпадає потреба в системах електричного запалення; замість карбюратора використовуються паливні форсунки, завдяки яким під великим тиском здійснюється впорскування палива у циліндри.

Роторний двигун, як і карбюраторний, працює на бензині, але має принципово іншу конструкцію основного силового агрегату. У двигуні даного типу відсутні циліндри і шатунно-кривошипна група. Замість поршнів, що виконують зворотно - поступальний рух, двигун має ротор.

Не вдаючись у деталі конструкційних і техніко - економічних характеристик цього двигуна (менша маса, компактність, висока обертовість, велика питома потужність, простота виробництва, відсутність вібрацій, здатність працювати на паливі з низьким октановим числом тощо), відзначимо, що він дає дещо менш токсичний викид у результаті меншого змісту оксидів азоту.

Давно запатентований німецьким механіком Ванкелем роторний двигун протягом багатьох років допрацьовувався у Німеччині, де у 1964 році було розпочато його невелике серійне виробництво. Японські промисловці, які придбали ліцензію на двигун Ванкеля, витратили деякий час на його вдосконалення і в середині 60-х років створили працездатну конструкцію. В 1967 році фірма “Тойо Когіо” почала серійний випуск автомобілів “Мацуда” з роторним двигуном і до 1980 року випустила мільйон таких автомобілів. З 1970 року автомобілі з роторними двигунами почали випускатися фірмою “Сітроєн” у Франції. Концерн “Дженерал моторс”, який перекупив ліцензію у Японії, також проводив роботи над удосконаленням двигуна Ванкеля, проте дещо пізніше американці відмовилися від продовження робіт.

У зв'язку з енергетичною кризою, виробництво автомобілів з роторними двигунами не одержало великого розвитку, за винятком вищезгадано японської фірми, яка вклала в дослідження і організацію виробництва цих двигунів великі капітали і яка продовжує їх випуск, одночасно вдосконалюючи конструкцію [13].

Подальше поширення роторного двигуна стримує його головний недолік - менша економічність в порівнянні з традиційним поршнеvim.

Газотурбінний двигун. Протягом останніх років проводяться дослідження та експериментальне конструювання газотурбінних двигунів для автомобілів. Газові турбіни, як відомо, широко застосовуються у повітряному транспорті. Вони характеризуються малою масою, рекордною питомою потужністю, компактністю, малою кількістю рухомих частин, плавністю роботи та іншими якостями.

Багато конструкторів вважають газову турбіну більш перспективною для важких вантажних автомобілів і автобусів, хоча є випадки створення також і легкових автомобілів. Так, ще на виставці 1969 року в Чикаго фірма “Шевроле” демонструвала легковий автомобіль “Астра-111” з газотурбінним двигуном потужністю 230 кВт при масі турбіни 70 кг.

У 70-х роках компанія “Вільямс” (США) розробила газову турбіну для масового легкового автомобіля потужністю 60 кВт. До переваг цього двигуна слід віднести відсутність вібрації, низький рівень шуму, можливість роботи без системи водяного охолодження і достатньо чисті відпрацьовані гази. Тоді ж було опубліковано прогнози, згідно з якими в США у 1980 році намічався випуск 50 тис. автомобілів, обладнаних такими двигунами. Проте ці сподівання не виправдалися — основна причина цього полягає в меншій економічності газових турбін у порівнянні з карбюраторним двигуном, а особливо - з дизелем.

Недостатній ККД газової турбіни пов'язаний з відносно невисокою температурою робочого процесу. Підвищення цієї температури вимагає застосування дорогих жароміцних металів і складних конструкцій турбінних лопаток. Великий інтерес становили випробування в Швеції експериментального автомобіля з газовою турбіною, в конструкції якої використано жароміцну кераміку, однак на даний час газотурбінний двигун ще залишається складним по конструкції і дорогим [14].

Паровий двигун. Вимога збереження в чистоті повітряного басейну змусила деяких конструкторів знову повернутися до майже забутої ідеї

створення парового автомобіля, що з'явився у Франції та ряді інших країн більш ніж 100 років тому. Тихохідні, але працездатні парові “омнібуси” в Парижі їздили ще у 1873 році. Тоді ж було створено і легкові автомобілі з паровими двигунами. Один екземпляр такого чотиримісного автомобіля, побудованого французькою фірмою “Жардне-Серполле”, можна бачити зараз в Національному музеї в Празі. Парова машина, розміщена під підлогою автомобіля, дозволяла йому розвивати швидкість 65 км/год. Парові автомобілі продовжували випускатися і працювати впродовж довгого часу навіть після створення двигуна внутрішнього згорання і були остаточно зняті з виробництва на початку 30-х років.

У США, Японії, Австралії та деяких європейських країнах зроблені спроби створення зразків сучасних парових автомобілів різних категорій. Їх конструкція включає водотрубний парогенератор, двигун — парову машину високого тиску, допоміжну машину низького тиску (для приведення в дію водяного насоса і вентилятора радіатора) і допоміжне устаткування. Після запуску автомобіль готовий до руху вже через 30—45 с, оскільки пара готується малими порціями. На одному з автомобілів марки “Понтіак”, переобладнаного на паромобіль, пара має тиск 5,6 МПа ( $56 \text{ кг/см}^2$ ) і температуру  $370^\circ\text{C}$ . Чотирициліндровий автомобіль розвиває швидкість до 160 км/год.

У США випущено чотирициліндровий автобус малих місткості з паросиловою установкою. Він розвиває потужність 50 кВт при 1000 об/хв (максимальний режим 2000 об/хв). Максимальна швидкість становить 106 км/год. Витрата палива — 21,3 л на 100 км пробігу [14].

У Австралії побачив світ паровий вантажний автомобіль вантажопідйомністю 5 т для руху зі швидкістю 88 км/год. Час на пуск складає 2 хв 15 с. Паливом є гас. Витрата води на 100 км — 13 л.

Там же було сконструйовано експериментальний легковий автомобіль з паросиловою установкою. Парогенератор (котел) вміщає лише 2,2 л води і

забезпечує підготовку пари для руху через 45 с після вмикання. Основний запас води міститься в окремому баку місткістю 22,7 л. Робочий тиск пари складає 1,4—8,5 МПа (14—85 кг/см<sup>2</sup>). Двоциліндрова парова машина при 4000 об/хв розвиває потужність 33 кВт. Автомобіль може розвивати швидкість до 152 км/год. Витрата палива (гасу або спирту) складає 9,5—11,3 л на 100 км пробігу. Маса силової установки 158 кг.

Паралельно з випуском малогабаритних поршневих автомобілів, зроблено спроби використання в якості двигуна парової турбіни. Створено, зокрема, парову турбіну потужністю 60 кВт для легкового автомобіля.

У США проводилося випробування парової турбіни з одним колесом діаметром 140 мм на автобусі. При тиску пари 63,3 кг/см<sup>2</sup> і температурі 510°C турбіна розвивала потужність 160 кВт при 60 тис. об/хв.

Сам по собі паровий двигун екологічно абсолютно чистий. Він або дає викид водяної пари, або не дає ніякого. Якщо робочий цикл замкнений, відпрацьована пара конденсується і потім, у вигляді живильної води, знову поступає в котел. Однак атмосфера забруднюється відпрацьованими газами пального котла.

Останнім часом, при пошуці перспективних технічних рішень, віродився інтерес до двигуна зовнішнього згорання, ідею якого запропонував Р.Стирлінг ще у 1816 році. Використавши цю ідею, інженери голландської фірми “Філіпс” після 20 років праці створили цілком працездатну конструкцію такого двигуна.

Повітряні двигуни досить широко застосовувалися в ХІХ та на початку ХХ сторіччя в шахтах, на підніманні води, в друкарнях, в якості суднових машин та у ряді інших областей. Принцип дії таких двигунів був простим: дно великого циліндра з поршнем нагрівалося пальником, нагріте повітря піднімало поршень, виконуючи корисну роботу, а після випуску теплого повітря поршень опускався в початкове положення. Чергова порція нагрітого повітря знову піднімала його [14].

Сучасний двигун зовнішнього згоряння є герметично закритим циліндром, заповненим над поршнем стислим гелієм або воднем. У процесі згоряння палива газ через стінку циліндра нагрівається і опускає поршень. Відпрацьований газ прямує в камеру охолодження, а поршень повертається в початкове положення. Після цього порція холодного газу надходить у камеру розширення (над поршнем) для нагрівання і робочого ходу.

Двигун зовнішнього згоряння може працювати на будь-якому паливі і дає мінімальне забруднення повітря оксидами вуглецю і вуглеводнями, оскільки пальник працює в стабільному режимі з оптимальним співвідношенням палива і повітря. Він є практично безшумним.

Вважають, що при використанні тепла, наприклад, розплавленого літію, такий двигун може взагалі обходитися без пального, що є важливим і реальним при роботі в межах міста. Фірма “Філіпс” розробила акумулятори тепла енергоемністю до 23 кВт-год. На даний час побудовано досить багато дослідних зразків двигуна Стирлінга потужністю від 7 до 265 кВт, призначених для автомобілів, автобусів, суден, а також стаціонарних.

До важких і ще не повністю розв’язаних проблем відносяться складність конструкції і необхідність забезпечення протягом терміну експлуатації двигуна повної герметичності для збереження робочого тіла (гелію або водню). Проблемою є також висока вартість двигуна. Тому двигун Стирлінга поки що не може конкурувати з двигунами внутрішнього згоряння.

Незважаючи на такий досить строкатий за принципом дії асортимент альтернативних автомобільних двигунів, не слід забувати, що переважна більшість світового автопарку укомплектована бензиновими двигунами і одним з напрямків подальшого підвищення ефективності їх роботи є пошук шляхів модернізації. На даний час дослідницькі і практичні роботи із удосконалення існуючих двигунів проводяться за наступними основними напрямками: поліпшення системи запалення, зміна процесів подачі палива в



циліндри двигунів, влаштування додаткових приладів, що зменшують вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

Система запалення чинить істотний вплив на процеси згоряння палива.

Безконтактне електронне запалення забезпечує більш потужний розряд на свічах і відрізняється більшою стабільністю роботи. Останнім часом система електронного запалення набуває все більшого поширення. У сучасних моделях автомобілів ця система доповнюється мікро-ЕОМ, що автоматично змінює момент випередження запалення суміші залежно від навантаження на двигун і швидкості руху, оптимізує витрату палива і склад відпрацьованих газів.

Для поліпшення процесу згоряння палива у циліндрах широко застосовується так зване форкамерне, або факельне, запалення. Сутність його полягає в тому, що у малій форкамері збагачена суміш підпалюється електричною іскрою, а потужний факел полум'я, що утворюється при цьому, запалює основну частину більш бідної робочої суміші в циліндрі, чим призводить до інтенсивнішого згоряння палива. Такі двигуни дозволяють зменшити викид всіх токсичних компонентів, включаючи оксиди азоту, і досягати при цьому 10% економії палива [14].

Зміна процесів подачі палива в циліндрі досягається кількома способами. Перший з них — це спроба влаштування на двигуні двох карбюраторів замість одного. Вище наголошувалося що при роботі двигуна у режимі холостого ходу вміст токсичних речовин у викиді збільшується. Задля зменшення їх кількості при роботі двигуна потрібно відрегулювати карбюратор на збіднену або бідну суміш (1 частина бензину приблизно на 20 частин повітря), але тоді двигун не розвиватиме необхідної потужності при роботі з навантаженням і не забезпечить належної тяги і швидкості. Вихід з цього положення дає встановлення другого карбюратора, який регулюється на нормальну суміш (1 частина палива на 15 частин повітря) і живить двигун на робочих режимах. Пізніше були розроблені нові, складніші конструкції

карбюраторів, здатних в одному блоці суміщати вказані функції і готувати необхідний склад робочої суміші на будь-який режим роботи двигуна.

Другий спосіб полягає у зміні клапанного механізму з метою більш тонкого розпилювання і кращого перемішування суміші під час надходження її до циліндрів. У ряді нових конструкцій передбачається регулювання висоти підйому клапанів впуску залежно від навантаження, що покращує процес заповнення циліндрів сумішшю і згоряння.

Третій спосіб — це відмова від традиційного карбюратора і заміна його приладами (форсунками) для безпосереднього впорскування палива в трубопровід впускання або в циліндри. Ця система, вперше застосована в 1934 р. на спортивних автомобілях, забезпечує найкраще розпилювання палива і перемішування його з повітрям, а також рівномірний розподіл суміші по окремих циліндрах. При цьому способі не спостерігається осідання палива у вигляді крапель на стінках трубопроводу впускання.

Система безпосереднього впорскування особливо ефективна в поєднанні з електронним керуванням, яке автоматично дозує паливо залежно від режиму роботи двигуна. Встановлено не тільки зниження токсичності газів і економію палива, але підвищення потужності двигунів на 10—20% [14].

Деякі пристрої впорскування дозволяють утворювати в зоні запалювальної свічки легко запалювану від іскри збагачену суміш. Таке пошарове сумішеутворення забезпечує надійну роботу двигуна при результуючій збідненій суміші. Вказане пошарове розділення одержують різними конструкційними рішеннями, але найчастіше застосовується направлене впорскування палива в камеру згоряння. Система знаходить широке застосування на нових автомобілях.

Методи знешкодження відпрацьованих газів почали розроблятися ще в 30-х роках, але у практичний вжиток нейтралізатори надійшли лише 30 років по тому [14].

Нейтралізатор — це невеликий прилад, призначений для зниження токсичності відпрацьованих газів шляхом допалювання продуктів неповного згоряння і розкладання оксидів азоту на складові елементи — азот і кисень.

Спочатку вважалося, що такі прилади мають бути дешевими і простими у виготовленні та експлуатації. У Каліфорнії (США) в 1959 році було навіть прийнято штатний закон, що встановлював терміни комплектації всіх діючих автомобілів цими приладами. Подібні пропозиції пізніше розроблялись і у ряді інших штатів США, а також у деяких країнах Європи, проте їх реалізація виявилася непростю й істотно підвищила вартість автомобілів та експлуатаційні витрати.

Розрізняють два типи нейтралізаторів: термічні та каталітичні.

У терморекторі, встановлюваному за випускним трубопроводом, здійснюється процес допалювання оксиду вуглецю  $\text{CO}$  і перетворення його на вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  а також спалювання незгорілих у циліндрі вуглеводнів і альдегідів. для інтенсифікації процесу допалювання, в камеру терморектора подається додаткове повітря. Реакція окислення проходить при температурі  $500\text{—}600^\circ\text{C}$  і знижує наявність вуглеводнів приблизно в 2 рази, а оксидів вуглецю в 2—3 рази.

На нових автомобілях терморектори стали вмонтовувати у випускную систему двигуна з відповідними змінами в цій частині конструкції двигуна. Каталітичні нейтралізатори, крім окислення  $\text{C}$  і  $\text{CH}$ , можуть здійснювати ще і розкладання оксидів азоту  $\text{NO}_x$  [15].

Процес окислення  $\text{C}$  і  $\text{CH}$  є безполуменевим і протікає при проходженні відпрацьованих газів через шар носія (наприклад, керамічних гранул) каталізатора. Найкращим каталізатором виявилася платина, але цей дорогий і дефіцитний матеріал не може широко застосовуватися. Дослідженнями встановлено, що платину певним чином можуть замінити паладій, радій, рутеній, а також оксиди міді, хрому, нікелю, діоксид марганцю тощо.

Ефективність дії каталітичного нейтралізатора істотно залежить від температури в реакторі. Низькотемпературні реактори працюють при 100—300°C, а високотемпературні — при 300—600°C і більше. На перших моделях від високої температури корпус реактора досить швидко прогоряв і вимагав заміни. Пізніше дефект було усунено ціною ускладнення і дорожчання реактора.

Роботи зі створення нових типів і конструкцій нейтралізаторів продовжуються у багатьох країнах, але вимоги надійності і довговічності привели поки лише до ускладнення подібних приладів.

Перспективу має перехід на нові, альтернативні види палива.

Найбільш перспективними альтернативними паливами для автомобільного та інших видів транспорту на сьогодні є біоетанол, біодизельне паливо і стиснений природний газ. У найближчій перспективі стануть синтетичні бензини і дизельне паливо. В майбутньому можна очікувати широке використання водню і паливних елементів.

Наявні виробничі потужності державних спиртових заводів в Україні можуть виготовляти до 110 тис. тонн біоетанолу на рік. Взагалі потенціал розширення виробництва на існуючій виробничій базі державних спиртових заводів становить 280 тис. тонн. Крім того, до цієї сфери вже долучився приватний бізнес, який інвестує будівництво низки сучасних потужних заводів із виробництва біоетанолу.

Серед альтернативних моторних палив для дизелів значний інтерес викликають олії, отримувані з різних олійних рослин (ріпаку, соняшника, сої, льону) та продукти їх переробки.

## ВИСНОВКИ

Автомобільний транспорт – одне з найпотужніших джерел забруднення атмосфери. У світі експлуатується близько 1 мільярда автомобілів. В Україні зареєстровано понад 1 млн. вантажних та близько 3 млн. легкових автомобілів. Автомобільний транспорт в Україні – галузь господарства, яка інтенсивно розвивається. Більше, ніж 70% вантажів та 85% пасажирів перевозять саме автомобільним транспортом. Транспорт зумовлює низку проблем, що їх умовно можна об'єднати в кілька груп (за основними напрямками взаємодії з довкіллям): 1) транспорт — великий споживач палива; 2) транспорт— джерело забруднення довкілля; 3) транспорт — одне із джерел шуму; 4) транспорт вилучає сільськогосподарські угіддя під шляхи і стаціонарні споруди; 5) транспорт є причиною травмування та смерті людей і тварин. Джерелами викидів шкідливих речовин автомобільних двигунів внутрішнього згоряння є: відпрацьовані гази, картерні гази, випаровування з системи живлення.

Найбільша кількість токсичних речовин виділяється за перемінних режимів роботи двигуна, зокрема під час пуску й зупинки, а також під час роботи в холостому режимі. Тому в містах максимальна концентрація токсичних речовин спостерігається на перехрестях, біля світлофорів, під час долаття узвозів. Близько 50 % викидів автотранспорту в межах міста припадає на траси з малою швидкістю руху і менше 25 % — на швидкісні траси.

Концентрація токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобіля зростає також із збільшенням строку його експлуатації. В Україні майже чверть легкового та вантажного автопарку перебуває в експлуатації понад 10 років.

Хімічний склад викидів залежить від виду та 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, що значно перевищують викид на навантажувальних режимах. Технічний стан двигуна безпосередньо впливає на екологічні показники викидів. Так, відпрацьовані гази бензинового двигунів з неправильно відрегульованими запалюванням та карбюратором містять оксид вуглецю в кількості, що перевищує норму в 2-3 рази.

Європейські країни раніше інших почали застосовувати різні екологічні нормативи що до вимог до автотранспорту та якості пального.. У 1988 році Європейською економічною комісією ООН був введений єдиний регламент (так званий Євро-0) до вимог знизити рівень викидів окису вуглецю, оксиду азоту та інших речовин в автомобілях. Раз на кілька років вимоги посилювалися, інші держави також стали вводити подібні нормативи.

В Україні імплементується Регламент (ЄС) №715/2007 від 20.06.2007 року Європейського Парламенту та Ради про затвердження типу колісних транспортних засобів стосовно шкідливих викидів легких пасажирських транспортних засобів та транспортних засобів комерційного призначення (Євро-5 та Євро-6) і про доступ до інформації щодо ремонту та технічного обслуговування колісних транспортних засобів.

Транспорт також є джерелом шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання. Близько 40% населення міст-мільйонників проживає в умовах так званого шумового дискомфорту.

Викиди автотранспорту негативно впливають на організм людини та навколишнє середовище.

Необхідність захисту довкілля від забруднення відпрацьованими газами і вимоги паливної економічності поставили перед конструкторами транспортних засобів проблему пошуку прогресивних рішень щодо

конструкції і принципу роботи автомобільних двигунів. Одним з подібних напрямків є розробка перспективних двигунів для майбутнього автомобільного транспорту.

На даний час дослідницькі і практичні роботи із удосконалення існуючих двигунів проводяться за наступними основними напрямками: поліпшення системи запалення, зміна процесів подачі палива в циліндри двигунів, влаштування додаткових приладів, що зменшують вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.

Діяльність людини, в тому числі експлуатація автотранспорту, порушує рівновагу в природі, що призводить до виникнення екологічних проблем. Серед них можна назвати парниковий ефект, озонові діри в атмосфері, смог, кислотні дощі, забруднення атмосферного повітря тощо. Проблема забруднення повітря вже не є проблемою країни. Це проблема кожного міста, кожної людини. Ми не можемо залишити без уваги поступове погіршення хімічного складу повітря і негативний вплив різноманітних шкідливих домішок на організм.

Добитися відповідної чистоти повітря можна тільки при проведенні комплексу законодавчих, технологічних, планових і санітарних заходів, які будуть здійснюватися на державному рівні й потребують значних фінансово-матеріальних затрат, але суттєву роль в цьому відіграє і підвищення культурного рівня та свідомості населення України. Вирішити проблему зменшення забруднення атмосферного повітря можна тільки у тісній співпраці громадських організацій та державних закладів, а у планетарному обсязі - лише на основі міжнародного співробітництва та спільних зусиль всіх країн.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Екологічна безпека автомобільного транспорту: Матеріали І науково-практичної онлайн-конференції / Відп. ред. канд. філос. наук М.Брегін. – Львів: 2016.-79 с., 40 іл.
2. Адасинский С.А. Городской транспорт будущего. — М.: Наука, 1979. —166 с.
3. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.З., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт : Навч. Посіб. — К.: Арістей, 2006. — 267 с.
4. Кутырин И.М. Охрана воздуха и поверхностных вод от загрязнения. — М.: Наука,1980. —86 с.
5. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. — 4 — те вид., випр. 1 доп. — К.: Т —во “Знання”, КОО, 2006. —319 с.
6. Бурдіян Б.Г., Дерев’янку В.О., Кривульченко А.І. Навколишнє середовище та його охорона. — К.: Вища школа, 1993.- 227 с.
7. Цілі Сталого Розвитку: Україна :Національна доповідь 2017/Міністерство економічного розвитку і торгівлі України // URL: <http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/sustainable-development-report/sustainable-development-goals--2017-baseline-national-report.html>
8. Иванов В. Н., Сторчеус В. К. Экология и автомобилизация: навч. посіб.- К.:Будивельник, 1990.-262с.
9. Говорун А.Г., Гутаревич Ю.Ф. Защита окружающей среды от вредных выбросов автомобильного транспорта: уч. пособ. — К.: 1989.-47с.
10. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды: уч. пособ. — М.: Транспорт,1986. — 176 с.
11. Клименко Л. П. Техноекологія: посібник. — 2 — ге вид. перепр. і доп.— К.: Вид. “Таврія”,2000. — 543 с.



12. Лаптев О.О. Екологія рослин з основами біогеоценології : навч. посіб. - Київ: Фітосоціоцентр, 2001.— с. 144.
13. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: учебник - М.: Высшая школа, 2001. 36-43 с.
14. Говорушенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. : учебник — М.: транспорт, 1990.
15. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / За заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К. : Знання України , 2014.-467 с.