

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Гірничий інститут  
Гірничий факультет  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Кулаковська Юнія Євгенівна  
(ПІБ)

академічної групи 101М-183-1  
(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup>  
за освітньо-професійною програмою – Екологія та охорона навколишнього середовища  
(офіційна назва)

на тему «Зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту»  
(назва за наказом ректора)

| Керівники              | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою |                | Підпис |
|------------------------|--------------------|------------------|----------------|--------|
|                        |                    | рейтинго-вою     | інститу-ційною |        |
| кваліфікаційної роботи | Борисовська О.О.   |                  |                |        |
| розділів:              |                    |                  |                |        |
| Теоретичний            | Борисовська О.О.   |                  |                |        |
| Технологічний          | Борисовська О.О.   |                  |                |        |
| Охорона праці          | Наумов М.М.        |                  |                |        |
| Економічний            | Павличенко А.В.    |                  |                |        |
| <b>Рецензент</b>       | Шустов О.О.        |                  |                |        |
| <b>Нормоконтролер</b>  | Грунтова В.Ю.      |                  |                |        |

Дніпро  
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри екології  
та технологій захисту  
навколишнього середовища

Павличенко А.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня магістра**студенту \_\_\_\_\_ **Кулаковська Ю.Є.** \_\_\_\_\_ академічної групи **101м–18з–1** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (шифр)**спеціальності – 101 «Екологія»**  
(код і назва спеціальності)**спеціалізації<sup>1</sup>****за освітньо–професійною програмою – Екологія та охорона навколишнього середовища**

(офіційна назва)

**на тему «Зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 02.12.2019 р № 2219–л.**

| <b>Розділ</b> | <b>Зміст</b>   | <b>Термін виконання</b>  |
|---------------|--|--------------------------|
| Теоретичний   | Проаналізувати екологічні проблеми викидів автомобільного транспорту.  | 02.06.2019<br>29.06.2019 |
| Технологічний | Оцінити якість атмосферного повітря у Дніпропетровській області. Провести обчислювальні експерименти з визначенням висоти зони забруднення викидами автотранспорту в умовах високо поверхової забудови.<br>Розробити рекомендації щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту. | 19.08.2019<br>01.09.2019 |
| Охорона праці | Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях   | 03.10.2019<br>31.10.2019 |
| Економічний   | Розрахувати економічну ефективність впровадження переробки автомобіля на скраплений газ  | 01.11.2019<br>29.11.2019 |

Завдання видано

\_\_\_\_\_ **Борисовська О.О.**  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)Дата видачі **03.09.2019р.**Дата подання до екзаменаційної комісії. \_\_\_\_\_ **2019р.**

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_ **Кулаковська Ю.Є.**  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 105 сторінок пояснювальної записки, рисунків 23, 16 таблиць, 4 додатка, 52 літературних джерела.

**Об'єктом дослідження** є екологічні проблеми викидів автомобільного транспорту.

**Метою роботи** є оцінка екологічної небезпеки викидів автомобільного транспорту, динаміка процесів розсіювання викидів від автомобільного транспорту між двома високо поверхових забудов. Розробка заходів для підвищення екологічної безпеки викидів. Вивчити альтернативні шляхи зменшення викидів автотранспорту.

У вступі підкреслюється актуальність визначення негативного впливу від викидів автомобілів на навколишнє середовище.

Перший розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо автомобільних викидів.

В другому розділі проведені дослідження висоти зони забруднення викидами автотранспорту в умовах високо поверхової забудови на прикладі міста Дніпро. Проведена динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами. Проведен аналіз середньорічної концентрації шкідливих речовин з викидів автотранспорту у атмосферному повітрі.

В третьому розділі запропонована розробка рекомендацій щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту.

У розділі «Охорона праці» розглянуто вимоги для забезпечення безпеки на робочому місці, на станції технічного обслуговування.

В економічній частині зроблено аналіз еколого–економічного ефекту від впровадження запропонованого заходу. Зроблено розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат для заміни автомобіля на скраплений газ.

Отримані результати являють собою основу для прийняття управлінських рішень щодо впровадження переробки автомобіля на скраплений газ..

У висновках підведені результати виконання роботи.

**ВИКИДИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, ДНІПРО, ШКІДЛИВІ РЕЧОВИНИ, ЗАБРУДНЮЮЧИ РЕЧОВИНИ, ВИХЛОПИ, ВІДХОДИ ТРАНСПОРТУ.**

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 6  |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ АВТОМОБІЛЬНОГО<br>ТРАНСПОРТУ.....   | 9  |
| 1.1 Автомобільний транспорт як джерело забруднення природного середовища<br>.....   | 9  |
| 1.2 Місто і автомобіль.....   | 20 |
| 1.2.1 Автостоянки і гаражі.....   | 21 |
| 1.2.2 Очищення стоків автотранспорту.....   | 22 |
| 1.2.3 Боротьба з ожеледицею на дорогах.....   | 23 |
| 1.2.4 Захист від шуму автомобілів.....  | 24 |
| 1.2.5 Вплив транспортної споруди на природний ландшафт .....  | 28 |
| 1.2.6 Забруднення атмосфери вихлопними газами автотранспорту .....  | 31 |
| 1.2.7 Характеристика відходів автомобільного транспорту .....   | 36 |
| РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОТИ ЗОНИ ЗАБРУДНЕННЯ ВИКИДАМИ<br>АВТОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВИСОКОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ НА<br>ПРИКЛАДІ м. ДНІПРО .....   | 41 |
| 2.1 Якість у Дніпропетровській області атмосферного повітря.....  | 41 |
| 2.2 Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними<br>джерелами .....   | 41 |
| 2.3 Основні забруднювачі атмосферного повітря (за сферами діяльності) .....   | 43 |
| 2.4 Аналіз середньорічної концентрації шкідливих речовин з викидів<br>автотранспорту у атмосферному повітрі м. Дніпро за 2012–2016 рр. .... | 46 |
| 2.5 Дослідження висоти зони забруднення викидами автотранспорту в умовах<br>високо поверхової забудови.....                                 | 50 |
| 2.5.1 Діоксид азоту .....   | 51 |
| 2.5.2 Формальдегід .....  | 54 |
| РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ<br>ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ<br>АВТОТРАНСПОРТУ .....                    | 56 |
| 3.1 Регулювання двигунів внутрішнього згоряння з метою зменшення викидів<br>.....   | 56 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 3.2   | Заміна складу автомобільного палива.....                         | 58  |
| 3.3   | Використання енергії гальмування .....                           | 62  |
| 3.4   | Переведення автомобілів на скраплений газ.....                   | 64  |
| 3.5   | Удосконалення двигунів внутрішнього згорання.....                | 65  |
| 3.6   | Застосування альтернативних видів палива .....                   | 67  |
| 3.7   | Впровадження гібридних двигунів.....                             | 71  |
| 3.8   | Електромобілі та сонячні автомобілі .....                        | 73  |
| РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....                         |  | 79  |
| 4.1   | Аналіз шкідливих навколишніх факторів.....                       | 79  |
| 4.2   | Інженерно–технічні заходи .....                                  | 86  |
| 4.3   | Пожежна профілактика.....  | 87  |
| 4.4   | Безпека в надзвичайних ситуаціях .....                           | 89  |
| РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ ..... |  | 90  |
| 5.1   | Розрахунок капітальних витрат .....                              | 90  |
| 5.2   | Розрахунок експлуатаційних витрат .....                          | 92  |
| 5.3   | Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення ..... | 92  |
| 5.4   | Розрахунок терміну окупності .....                               | 92  |
| ВИСНОВКИ.....   |  | 94  |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....  |  | 96  |
| Додаток А.....  |  | 101 |
| Додаток Б.....  |  | 104 |
| Додаток В .....   |  | 105 |
| Додаток. Д.....   |  | 106 |

## ВСТУП

Автомобільний транспорт займає важливе місце в єдиній транспортній системі. Він перевозить 10–80% народногосподарського вантажу, що зумовлено високим маневруванням, можливістю доставки вантажу "від дверей до дверей" без додаткових перевантажень у дорозі, а отже, високою швидкістю доставки і збереженням вантажу.

Висока мобільність, здатність оперативно реагувати на зміни пасажиропотоків ставить автомобільний транспорт "поза конкуренцією" при організації міських перевезень пасажирів. На його частку припадає майже половина всього пасажирообігу [1].

Головним джерелом забруднення атмосферного повітря в м. Дніпро (70%) є автомобільний транспорт. Науковими дослідниками виявлено, що вітчизняні автомобілі екологічно "брудніші" від західних моделей. Втім, не є таємницею, багато іномарок, мають спрацьовані двигуни й тому сильно забруднюють повітря. До цього часу в якості палива використовується переважно вкрай шкідливий етильований бензин, складовою якого є свинець. Зазвичай, двигуни авто бувають погано відрегульованими, тому в їхніх газових викидах міститься значна кількість вуглекислого газу, сажі. Наприклад: підраховано, якби всі труби для викиду відпрацьованих газів автомобілів, котрі "бігають" вулицями м. Дніпра, з'єднати в одну, то утворився б жахливий кратер діаметром у 25 метрів, з якого викидається близько 110 тис. т шкідливих газів на рік.

Становище погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря, а саме, в зоні дихання людини. Для нормальної життєдіяльності організмам необхідне чисте повітря. У містах, де забруднення атмосферного повітря досить суттєве, помітно знижується його прозорість. Відомо, вміст атмосферного повітря складають:  $N_2$  – 78,1 %;  $O_2$  – 20,9 %;  $Ar$  – 0,95 %;  $CO_2$  – 0,032 %. Антропоксини – газоподібні речовини, які є продуктами життєдіяльності людини. Однією із сприятливих умов їх утворення вважають наявність диоксида карбону. Перевищення кількості

вуглекислого газу нормативних значень спричиняє їх надмірне формування. Тому вуглекислий газ є відносним показником ступеня чистоти повітря, де перебуває людина. Вміст вуглекислого газу в атмосфері впливає на інтенсивність та спектр сонячної радіації, яка досягає поверхні землі. Збільшення його кількості створює “парниковий ефект”, зумовлює потепління клімату. З цим пов’язують також поширення онкологічних захворювань [2].

Таким чином, розвиток цивілізації супроводжується значними змінами стану навколишнього природного середовища. Зокрема одним із чинників, що негативно впливають на якість повітряного середовища справедливо вважають автомобільний транспорт. У цьому ракурсі варто розглядати проблему використання (можливо заміни) палива, мастил, інших матеріалів, здійснювати пошукові роботи конструкторського напрямку, удосконалення системи управління авто тощо. Важливо, що всі пошукові роботи мають обов’язково ґрунтуватися на екологічній основі.

Проблему забруднення атмосферного повітря досліджували науковці: Берлянд М.Е., Тищенко Н.Ф., Стольберг Ф.В [3,4].

Попри значну кількість досліджень тема є актуальною і своєчасною, адже проблема транспорту та його впливу на довкілля і здоров’я людини посідає важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів.

Метою даної роботи є оцінка екологічної небезпеки шкідливих викидів автотранспорту та оптимізація альтернативних шляхів зменшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту.

Тема роботи актуальна і має безпосередній зв’язок з напрямком діяльності магістра спеціальності 101 «Екологія» – навколишнє середовище та його складові, а також процеси і фактори антропогенного навантаження.

Апробація результатів роботи проводилась на VII Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених "Молодь: наука та інновації" (Дніпро, 03 грудня 2019 р.). За результатами наукових досліджень опубліковано роботи:

1. Дослідження висоти зони забруднення викидами автотранспорту в

умовах високоповерхової забудови / Кулаковська Ю.Є. Борисовська О.О. // "МОЛОДЬ:НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ":матеріали VII Всеукраїнській науково–технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених (03.12.2019р.) – НТУ «ДП» 2019 –С.



## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

### 1.1 Автомобільний транспорт як джерело забруднення природного середовища

Розглядаючи довкілля – середовище проживання людини, найчастіше говоримо про взаємодію двох систем: природної та антропогенної і їх залежність одна від одної. Вихідним поняттям цієї проблеми є навколишнє середовище, яке розглядається як сукупність матеріальних, природних, антропогенно–природних та антропогенних об'єктів, серед яких людина та людське суспільство існує, задовольняє свої потреби і своєю діяльністю його перетворює .

Таким чином, розглядаючи поняття повітряного простору міста та вплив на нього автомобільного транспорту, насамперед розглядаємо важливість питання забруднення атмосфери міста автомобільними викидами, проте це сторона лише безпосереднього впливу, яка включає повітря та автомобіль. Якщо ж розглядати питання ширше, розуміємо, що довкілля – це не лише повітря, це набір природних чинників, які в часі та просторі можуть опосередковано впливати один на одного.

Звідси випливає важливість різностороннього вивчення цієї проблеми, оскільки автомобіль забруднює також гідросферу, педосферу, літосферу. Забруднення складових геосфери безпосередньо впливає на здоров'я людини.

Взаємодіючи з біосферою, автомобільний транспорт негативно впливає на атмосферу, гідросферу, педосферу, літосферу.

У процесі функціонування транспорт виділяє з відпрацьованими газами токсичні речовини, створює високі рівні шуму, забруднює ґрунти, водойми в результаті змиву та виливів паливно–мастильних матеріалів, сприяє утворенню пилу та інших шкідливих речовин, які здійснюють несприятливий вплив на природне середовище та безпосередньо на людину.

Поряд з цим розвиток автомобілізації призводить до споживання значних

об'ємів кисню, а також включає у сферу активного негативного впливу територію з біомасою, яка на ній знаходиться. Це спричинює скорочення продуктивних можливостей природного комплексу в регенерації кисню і в результаті цього в природному середовищі поступово послаблюється життєво важливий для людини і всього живого на Землі біохімічний ланцюг. У системному вираженні перераховані негативні явища автомобілізації несприятливо впливають на довкілля та людину.

До взаємозв'язку автомобіля з природою відносяться впливи, які негативно відображаються на властивостях природного середовища, і, як продовження зв'язків, вплив послабленого природного комплексу на людину. Безпосередньо на людський організм впливають забруднення атмосферного повітря та шум, який створюється автомобілем.

Визначальне значення в системі негативного впливу автотранспорту на людину має атмосфера, оскільки більшість шкідливих речовин, що виділяються внаслідок функціонування автомобіля, надходять саме в атмосферу. Взаємозв'язок елементів природного середовища – атмосфери, гідросфери, педосфери, літосфери – призводить до загального погіршення геосфери навіть тоді, коли забрудненим є лише один з елементів системи [5].

Основними токсичними речовинами–продуктами неповного згоряння є сажа, окис вуглецю, вуглеводень, альдегіди та дим.

*СО (оксид вуглецю)* – монооксид вуглецю, також відомий як карбону (II) оксид, монооксид карбону, чадний газ — безбарвний, дуже отруйний газ без запаху. Утворюється внаслідок неповного згоряння пального в автомобільних двигунах та опалюваних приладах, які працюють на вугіллі або на інших видах природного палива. У воді майже не розчиняється і не вступає з нею в хімічну взаємодію. Належить до несолетворних оксидів. Хімічна формула —  $CO$  [6].

Утворюється внаслідок згоряння вуглецю і його сполук при нестачі повітря, в значних кількостях присутній у топкових газах, газах двигунів внутрішнього згоряння, продуктах детонації.

*Вуглеводні ( $CxHy$ )* – етан, метан, бензол, ацетилен та інші токсичні

елементи. ВГ містять близько 200 різних вуглеводнів. В дизельних двигунах утворюється в камері згоряння гетерогенної суміші, тобто полум'я гасне в дуже великій суміші, де не вистачає повітря за рахунок неправильної турбулентності, низької температури, поганого розпилення. Двигун внутрішнього згоряння викидає велику кількість СхНу, коли працює в режимі холостого ходу, за рахунок поганої турбулентності і зменшення швидкості згоряння [7].

*Дим* – стійка дисперсна система, що складається з дрібних твердих частинок, що знаходяться в підвішеному стані в газах, що утворюється при згоранні чого–небудь. Дим – типовий аерозоль з розмірами твердих частинок від  $10^{-7}$  до  $10^{-5}$  м. На відміну від пилу – більш грубодисперсної системи, частинки диму практично не осідають під дією сили тяжіння. Частинки диму можуть служити ядрами конденсації атмосферної вологи, в результаті чого виникає туман.

Дим може бути білим, синім, чорним. Колір залежить від стану відпрацьованих газів. Білий і синій дим – це суміш краплі палива з мікроскопічною кількістю пара; утворюється через неповне згоряння та подальшої конденсації. Білий дим утворюється, коли двигун знаходиться в холодному стані, а потім зникає через нагрівання. Відмінності білого диму від синього визначається розміром краплі: якщо діаметр краплі більше довжини хвилі, то око сприймає дим як білий. Крім того, буває синій дим від масла. Наявність диму показує, що температура недостатня для повного згоряння палива. Чорний дим складається з сажі. Дим негативно впливає на організм людини, тварин і рослинність [8].

Сучасні вимоги до роботи дизельних двигунів і їх надійності ставлять завдання вимірювання як концентрації *сажі*, так і її дисперсності.

Встановлено, що *сажа* в дизельному маслі містить від 80 до 95 мас.% Вуглецю. Дослідження з допомогою електронного мікроскопа частинок сажі, виділених з дизельного масла, показали, що вихідний (до агломерації) розмір часток складає 30–50 нм. Зміст сажі в дизельних двигунах може доходити до 7 %.

Дизельний двигун більше схильний до утворення сажі, ніж бензиновий. Якість дизельного палива, залишає бажати кращого – воно містить величезну кількість сірки. Цей елемент є основною причиною утворення твердих частинок. Сажа, накопичуючись в самих різних частинах двигуна, згубно впливає на його ресурс, тягу, підведення повітря. Так як в дизелі робоча температура і обороти двигуна менше бензинового, то швидкість утворення відкладень ще більше збільшується. Через це не відбувається природного самоочищення впуску та випуску [9].

Неправильна робота дизельної апаратури: паливного насоса високого тиску, паливних форсунок. Через високого тиску паливо повітряна суміш, на якій працює дизель, не до кінця згорає. Починає утворюватися сажа, що є природним наслідком роботи мотора. Щорічні посилення норм екології змушують інженерів придумувати нові способи боротьби з викидами. Так само як система рециркуляції відпрацьованих газів, сажові фільтри.

Система EGR відправляє відпрацьовані гази назад у впуск для допалювання, щоб знизити кількість кисню і зменшити температуру згоряння в камері згоряння. Це веде до того, що сажа, змішуючись з масляним туманом, потрапляє в масло. Останнє швидко темніє, окислюється. Картерів гази, в свою чергу, збагачують його продуктами горіння, а сама сажа повністю не розчиняється і розноситься по масляній системі, діючи подібно абразиву.

Тверді частинки починають утворюватися під впуском, нарівні з системою EGR, закупоривши клапан. При його неправильній роботі на приладовій панелі загориться «чек» з помилкою. Сажа може накопичитися в такій кількості, що майже перекриє впуск. У такому випадку доведеться знімати впускний колектор, EGR і чистити їх механічним способом [10].

Для затримування твердих частинок в двигуні на важкому паливі застосовуються сажові фільтри. В такому елементі накопичується сажа і відбувається пасивна регенерація – допалювання при температурі приблизно 500 градусів. Якщо температура не доходить до потрібного рівня, включається активна регенерація – примусове збільшення температури, щоб видалити сажу.

В цей час підвищуються оберти двигуна, і виростає витрата палива.

За часом процес займає приблизно 10–20 хв, і не завжди водії чекають, коли він закінчиться, посилюючи утворення твердих частинок. Незважаючи на всі ці хитрощі, в фільтрі осідають залишки сажі і закупорюють його. Повністю заповнений фільтр неможливо відновити, він піддається тільки заміні. У більшості випадків його просто вибивають, заливши нову прошивку для обману електронного блоку управління (ЕБУ).

Постійна їзда в пробочному режимі в місті теж сприяє утворенню сажі. Робота мотора на холостих і на малих обертах погано позначається на моторному маслі. Воно швидше втрачає свої миючі та змащувальні властивості, вбирає в себе сірку з палива, що сприяє утворенню сажі та інших відкладень всередині двигуна і швидкого окислення масла. Яке зазнало втрат свої присадки масло належним чином не виконує мастило тертьових деталей.

Найбільше страждає клапанний механізм, до якого масло надходить в малих кількостях, зношуючи направляючі клапанів. Сажа утворюється і на кільцях поршнів. Втративши пружність кільця починають пропускати масло в камеру згоряння в великих кількостях. Сажа робить моторне масло більш щільним, що ускладнює прокачування до коромисла, розподілвалами, клапанів [11].

*Альдегіди (RxC<sub>HO</sub>)*– утворюються ,коли палива спалюється при низьких температурах або суміш дуже бідна, а також через окислення тонкого шару мастила стінки циліндра. При спалюванні палива при високих температурах , ці альдегіди зникають.

Забруднення повітря йде по трьох каналах:

- 1) ВГ, Викидаються через вихлопну трубу (65%);
- 2) картерні гази (20%);
- 3) вуглеводні в результаті випаровування з бака, карбюратора та трубопроводів (15%). [11]

*Шумовé забруднення атмосфери* — одна з форм хвильового, фізичного забруднення, адаптація організму до нього є неможливою.

Транспорт – основне джерело шуму у містах, а також джерело теплового забруднення. Транспорт не лише забруднює навколишнє середовище, він також є джерелом шуму.

*Шум* — це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають у результаті коливального руху частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Поняття шумового забруднення формується в результаті вивчення впливу різноманітних звуків на людину.

У зв'язку із зростанням кількості автомашин (які є найпоширенішим джерелом шуму), індустріалізацією міст, зростанням транспортної рухливості населення, ростом технічного оснащення міського господарства розширюються контакти між техногенним середовищем міста і природного середовища. Сільські ландшафти і приміські території зазнають активного впливу шосейних доріг і залізниць, аеродромів та річкових портів. До цих джерел шуму відносяться також залізничні вузли і станції, великі автовокзали і автогосподарства, мотелі і кемпінги, трейлерні парки, промислові об'єкти і великі бази будівельної індустрії, енергетичні установки. Спричинювати додаткове шумове навантаження може також недосконале планування міст, розміщення в їх межах джерел сильного шуму, наприклад, аеропортів, автомагістралей, підприємств. Джерелами шумів є також гучномовні пристрої, ліфти, телевізори, радіоприймачі, музичні інструменти, юрби людей і окремі особи. Для багатьох великих міст джерелом значного шуму є залізничні підприємства, відкриті ділянки метрополітену і міські трамваї.

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 Києва 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. Часом вантажівка, яка перевозить зо два десятки газових труб, створює більше шуму, ніж поп–оркестр.

Вважається, що у місті 60–80% шуму створює рух транспортних засобів [12].

Джерелами шуму під час руху транспорту є: силовий агрегат, системи впуску і випуску, агрегат трансмісії, колеса під час контакту з поверхнею дороги. Звичайно, я не дуже добре тямлю у автомобілях і навіть не уявляю що таке агрегат трансмісії, але я точно знаю, що 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. Транспорт є одним з основних джерел шуму в містах і вносить значний внесок в теплове і інше забруднення навколишнього середовища [13].

Під час руху автомобіля виникають *коливання*, спричинені нерівностями дороги, а також неврівноваженими силами двигуна й трансмісії, які здійснюють обертальні або зворотно–поступальні рухи. Ці коливання передаються на раму, кузов автомобіля і через полотно дороги на елементи придорожнього простору. Тому розрізняють два види впливу *вібрацій*:

- вплив на водія і пасажирів автомобіля;
- вплив на навколишні об'єкти.

Вплив *вібрації* на людину викликає ряд негативних змін у її органах і системах:

- зміна ритму й частоти дихання;
- зміна артеріального тиску;
- зниження гостроти зору, особливо біноккулярного;

- порушення діяльності нервової системи;
- зниження концентрації уваги.

Коливання з частотою близькою до 40 Гц викликають у людини неприємні відчуття. Найбільшої шкоди завдають коливання, частоти яких близькі до резонансних частот окремих органів і систем [14].

Параметри коливань в автомобілі (амплітуда, частота, прискорення) є переважно випадковими. Рівень вібрації залежить переважно від швидкості руху, нерівності дорожнього покриття та конструктивних особливостей підвіски автомобіля.

При конструюванні автомобілів значну увагу приділяють підвісці автомобіля. Коливання всередині автомобіля за всіма параметрами намагаються наблизити до тих, які відносно легко переносить людина. Проте забезпечити необхідні параметри вібрації тільки за рахунок конструкції підвіски неможливо. Найменший рівень вібрацій, викликаних взаємодією коліс автомобіля з дорожнім покриттям, є між колесами автомобіля (всередині колісної бази). При конструюванні пасажирських транспортних засобів саме там намагаються розміщувати сидіння.

Вібрації, що виникають під час взаємодії коліс із покриттям, передаються через полотно дороги у навколишнє середовище у вигляді хвиль, що затухають. При цьому передача вібрації відбувається через ґрунт далі на будівлі й споруди. Рівень вібрації при цьому залежить від інтенсивності транспортного потоку, швидкості руху, складу транспортного потоку, нерівності дорожнього покриття. Передача вібрації на навколишні споруди залежить від ґрунту, його щільності, вологості, ступеня однорідності й гранулометричного складу. Ці самі параметри визначають і частоту коливань (це в середньому  $10 \div 25$  Гц).

Для підвищення безпеки руху автомобілів на мокрих дорогах широко практикується використання шорстких поверхневих шарів проїзних частин. Це покращує зчеплення автомобільних шин з дорогою. Намагання забезпечити тривалий термін експлуатації доріг призводить до застосування в будівництві доріг щебеню з розміром зерен до 25 мм і більше. Унаслідок зношування



нерівності досягають значних розмірів. Через те, що ширина цих нерівностей мала (до 100 мм), при взаємодії з шинами вони спричиняють значні коливання, які характеризуються частотами більше 15 + 17 Гц практично за всіх реальних швидкостей руху автомобіля. Тобто вони є високочастотними.

Шини та підвіска не можуть повністю погасити віброколивання. За висоти виступів макрошорсткості 1 + 3 мм (залежно від швидкості руху) відбувається гасіння віброколивань за рахунок демпфуючих якостей шин. За більшої висоти виступів гасіння коливань здійснює підвіска автомобіля та подушка сидіння водія та пасажирів. Якщо нерівності досягають 5 + 7 мм і більше, шини та підвіска вже не можуть погасити віброколивання, і рівень вібрації в салоні автомобіля, як правило, перевищує максимально допустимі межі за санітарними нормами.

Для зменшення вібрацій, що їх спричинюють двигун і трансмісія, ефективними методами є конструктивне збільшення жорсткості валів, їх балансування, покращення зчеплення зубчастих коліс у передачах, застосування амортизаторів та гнучких вставок, уникнення резонансних частот, застосування поглиначів вібрацій (нанесення на вібруючі деталі різних покриттів, які здатні поглинати енергію механічних коливань і перетворювати її на теплову [15]).

#### *Електромагнітне випромінювання автомобілів*

Автомобільний транспорт є порівняно малопотужним джерелом електромагнітних випромінювань. Проте збільшення кількості автомобілів на території житлової забудови призводить до того, що їх внесок у загальний фон електромагнітного випромінювання стає помітним. На сьогодні значного поширення набуває електротранспорт, зокрема, з'являються електромобілі. Вже сьогодні електромагнітне поле на 20 ÷ 30 % території міст формується унаслідок або з урахуванням автомобільного руху.

Електромагнітні хвилі, що виникають унаслідок руху транспортних засобів, перешкоджають теле- і радіотрансляції. Для нормального існування живих організмів необхідний певний рівень електромагнітного

випромінювання. Електромагнітні поля з високою щільністю енергії можуть мати шкідливий вплив безпосередньо на організм людини.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань визначається кількістю енергії, що ним переноситься. Залежно від виду тканини й характеру випромінювання (частоти або довжини хвилі) частка поглиненої енергії електромагнітного випромінювання може коливатися від 20 до 100 %. Поглинена тканинами енергія перетворюється на теплову.

Поглинання енергії шкірним покривом не є надто небезпечним. Зайве тепло, в яке ця енергія перетворюється, відчувається як підвищення температури шкіри й інтенсивно випромінюється в навколишній простір. Поглинання енергії внутрішніми органами несе більшу небезпеку. Деякі органи – нирки, серце, мозок, очі – мають слабо виражений механізм терморегулювання. Збільшення температури цих органів навіть на 1°C може призвести до незворотних наслідків.

Результатом впливу електромагнітних випромінювань на організм в цілому є:

- швидка стомлюваність;
- біль у суглобах;
- головний біль у людей, виробнича діяльність яких пов'язана зі змінними електромагнітними полями;
- електромагнітні поля підвищеної напруженості здатні викликати у людини зоровий ефект миготіння й порушення орієнтації.

Інтенсивність електромагнітного випромінювання автотранспортного засобу визначають його конструктивні та експлуатаційні характеристики. Вона найбільше залежить від типу двигуна (дизельний чи карбюраторний) та компонування автомобіля. Суттєве значення також мають використання пластмасових або металевих крил, дахів, облицювання кузова, повітряних фільтрів; форма й розташування розподільника і котушки запалювання на двигуні і в моторному відділенні та інші чинники. Відіграють роль також технічний стан усіх вузлів і агрегатів, які формують електромагнітне поле

автомобіля; наявність і стан струмопровідних перемичок між частинами кузова, стан поверхні кузова.

Основне джерело електромагнітних випромінювань в автомобілі – це система запалювання автомобіля (насамперед свічки, розподільник, високовольтні дроти) та прилади електричного живлення (генератори постійного і змінного струму, регулятори напруги, датчики тощо). Їх називають первинними випромінювачами. Елементи кузова, деталі моторного відсіку, капот, дах, решітка радіатора – вторинні випромінювачі. У цілому автомобіль є контуром, власні характеристики індуктивності та ємності якого залежать від багатьох чинників і поки що мало вивчені.

Усі автомобілі можна умовно поділити на три групи:

- 1 – карбюраторні з об'ємом двигуна до 3,0 л;
- 2 – карбюраторні з об'ємом двигуна понад 3,0 л;
- 3 – дизельні.

Дизельні двигуни мають значно меншу величину електромагнітного випромінювання. Якщо кількісно оцінити ступінь впливу на навколишнє середовище автомобілів кожної групи, то коефіцієнт приведення буде мати відповідно такі значення:  $K_1 = 1$ ;  $K_2 = 1,32$ ;  $K_3 = 0,2$ .

Для зменшення рівня випромінювання на етапі проектування намагаються підвищувати екрануючу здатність кузова автомобіля, встановлюють спеціальні вставки та з'єднання спеціальної конструкції для зменшення випромінювання крізь щілини між капотом і крилами автомобіля. У деяких автомобілях використовують спеціальне екранування усіх приладів системи запалювання [16].

Автомобільний парк, який є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища, зосереджений, в основному, в містах. У всіх країнах світу триває концентрація населення у великих міських агломераціях. З розвитком міст та зростання міських агломерацій все більшої актуальності набуває своєчасне і якісне обслуговування населення, охорона навколишнього середовища від негативного впливу міського, особливо автомобільного,

транспорту. В даний час в світі налічується 300 млн. Легкових, 80 млн. Вантажних автомобілів і приблизно 1 млн. Міських автобусів.–300 разів вище.

Автомобілі спалюють величезну кількість цінних нафтопродуктів, завдаючи одночасно відчутної шкоди навколишньому середовищу, головним чином атмосфері. Оскільки переважна більшість автомобілів сконцентрована у великих і найбільших містах, повітря цих міст як збіднюється киснем, а й забруднюється шкідливими компонентами *відпрацьованих газів* [17].

## **1.2 Місто і автомобіль**

В даний час зменшення забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, які виділяються автомобільним транспортом, є однією з найважливіших проблем, що стоять перед людством. Забруднення повітря впливає на людину і навколишнє середовище.

З одного боку, він полегшив людині життя, з іншого – отруєє їх у буквальному сенсі слова. Без автомобіля в даний час немислимо існування людства. При інтенсивної урбанізації і зростанні мегаполісів автомобільний транспорт став самим несприятливим екологічним фактором в охороні здоров'я людини і природного середовища в місті. Таким чином, автомобіль стає конкурентом людини за життєвий простір.

У багатьох великих містах світу дуже гостро стоїть проблема міського транспорту. Транспортні потоки ростуть одночасно зі зростанням міст через стихійного, нераціонального планування розміщення житлових і промислових зон. Збільшення числа приватних автомобілів, їх потоки роблять пересування по місту в години «пік» надзвичайно повільним. Для прискорення пересування споруджують швидкісні автомобільні траси. Але швидкісні дороги лише на якийсь час вирішують транспортну проблему міста.

Незважаючи на це, автомобілі захопили і житлові райони, а також місця відпочинку і центри культурно–побутового обслуговування. Магістральні вулиці в містах складають приблизно 20–30% загальної протяжності всіх вулиць та проїздів. На них зосереджується до 60–80% всього автомобільного

руху, тобто магістралі в середньому завантажені приблизно в 10–15 разів більше, ніж інші вулиці та проїзди.

Створення в місті мережі магістралей швидкісного руху дозволяє істотно збільшити швидкості громадського транспорту і легкових автомобілів, підвищити її пропускну здатність, скоротити число дорожньо–транспортних пригод, ізолювати житлові райони і громадських центри від концентрованих потоків транспортних засобів, обмежити кількість автомобілів, що в'їжджають в міські центри.

Це дуже важливо, тому що, зупиняючись і потім знову набираючи швидкість, автомобіль викидає в повітря в кілька разів більше шкідливих речовин, ніж при рівномірному русі. Крім того, за останні десятиліття відбулося значне збільшення автомобілів в особистому користуванні. Більше 10 млн. Людей мають особистий автомобіль [18].

### **1.2.1 Автостоянки і гаражі**

У наших містах переважна частина особистих автомобілів розміщується у дворах житлових будинків, причому, на жаль, нерідко на зелених газонах і майданчиках відпочинку. Ця обставина, перш за все, погіршує умови проживання населення.

Автомобілі залишають також на проїжджій частині вулиць, що ускладнює міське рух, стає однією з причин ДТП. Подібні "стоянки" займають величезні площі міської території, псує зовнішній вигляд міст.

В даний час для зберігання легкових автомобілів, що належать громадянам, в мікрорайонах і житлових районах передбачається будівництво гаражів без технічного обслуговування і ремонту автомобілів, а в промислових і комунально–складських зонах з технічним обслуговуванням. Для розміщення гаражів використовують території санітарно–захисних зон промислових і сільськогосподарських підприємств, а також залізниць. У мікрорайонах і житлових районах гаражі розміщують на спеціально виділених ділянках з організацією виїздів з них на вулиці і дороги місцевого значення або на

магістральні вулиці районного значення.

Прогресивною тенденцією у вирішенні проблеми зберігання індивідуального автотранспорту є спорудження багатоповерхових кооперативних гаражів та гаражів – гостинець. Якщо при одноярусному способі зберігання (в одноповерхових гаражах, боксах, на відкритих стоянках) на 1 автомобіль в середньому потрібно 25–30 м<sup>2</sup> земельної ділянки, то при зберіганні в багатоярусних гаражах – не більше 15 м<sup>2</sup> (разом з проїздами, під'їздами, накопичувальними майданчиками і захисними зеленими насадженнями). Найбільш прийнятним типом споруди для зберігання автомобілів є багатоярусний гараж – стоянка на 500–1000 тис. машино–місць.

Говорячи про підземних гаражах, не можна не сказати про підземних пішохідних переходах. Як відомо, автомобілі "газують", в основному, у світлофорів, працюючи на холостому ходу. Створення підземних переходів дозволяє розвантажити багато перехрестя, де затримується автотранспорт.

Розгалужена мережа підземних тунелів для пішоходів під вулицями і площами зменшує шкідливий вплив автотранспорту на міське середовище [19].

### **1.2.2 Очищення стоків автотранспорту**

Внаслідок браку гаражів тисячі індивідуальних автомобілів зберігаються на відкритих майданчиках, у дворах житлових забудов. Становище ускладнюється ще і тим, що мережа ремонтних служб для автомобілів особистого користування недостатньо розвинена. Це змушує їх власників ремонтувати і технічне обслуговування своїми силами, що вони і роблять, звичайно, без обліку екологічних наслідків.

Взяти, наприклад, миття автомобілів. Через нестачі мийних пунктів цю операцію найчастіше виконують на березі річки, озера чи ставка. Тим часом автолюбителі все в більших обсягах користуються синтетичними миючими засобами, які представляють певну небезпека для водойм.

Одним з важливих чинників захисту водойм від шкідливих викидів автомобілів є заходи, що проводяться на автозаправних станціях (АЗС).

Збільшення продуктивності АЗС досягається завдяки принципово новій плануванні, яка забезпечує можливість одночасного використання всіх паливороздавальних колонок (ТРК), створює умови для візуального контролю процесу заправки оператором станції і значно розширює зону, де можна дочекатися черги на заправку, не захаращуючи проїжджу частину дороги.

У знову споруджуваних і перепланованих заправних станціях обов'язково влаштовують водопровід і каналізацію, передбачають також споруди для очищення зливових вод. Дошові стоки з території АЗС збираються в водоприймальні колодязі з решітками і надходять в колодязь–лівнезброс, обладнаний переливний стінкою, при якій на очистку надходить тільки забруднена вода дощового стоку з території станції, а інша частина скидається в міську водостічну мережу.

Колодязь–лівнівки служить одночасно і піскоуловлювачем для затримання найбільш великих мінеральних забруднювачів. Звідси стоки надходять в вертикальний відстійник.

Такі очисні споруди забезпечують залишковий вміст нафтопродукту в воді після фільтрації не вище 4 мг/л, що задовольняє санітарним вимогам [20].

### **1.2.3 Боротьба з ожеледицею на дорогах**

Хімічний спосіб видалення снігу та льоду з дорожніх покриттів за допомогою хлористих з'єднань погано впливає на зелені насадження, як в результаті прямого контакту, так і через ґрунт. прямиий контакт можливий при видаленні засоленого снігу на узбіччя і розділову смугу, де розташовані насадження. Він призводить до безпосереднього руйнування тканини рослин. Засолення ґрунтів, що відбувається в результаті просочування розсолу в зони розташування посадок, погіршує структуру ґрунту, що в підсумку викликає загибель дерев і чагарників. Імовірність загибелі дерев істотно знижується, якщо вони посаджені не ближче 9 м від краю проїжджої частини. Пошкодження рослинності менше на родючих ґрунтах, особливо на ґрунтах, багатих фосфатами.

Хлориди, що застосовуються в якості проти ожеледних солей, надають менш гнітюче дію на рослини, висаджені в легких піщаних і супіщаних ґрунтах. Цьому сприяють особливості фізико–хімічних властивостей легких ґрунтів: велика пористість, хороша водопроникність і повітрязабезпечення. Тому, проводячи озеленення поблизу проїжджої частини в глинистих і суглинних ґрунтах, слід для набивки посадкових ям завозити пісок разом з рослинною землею.

Шкода, що наноситься рослинності, особливо помітний поблизу великих населених пунктів, в місцях застою води на поверхні. При наявності хорошого водовідведення шкідливий вплив хлоридів зводиться до мінімуму.

Сильне шкідлива дія солей проявляється в корозії металу автомобілів, дорожніх машин і елементів стійок дорожніх знаків і огорож. Розчин хлористого натрію має більшу агресивність, ніж розчин хлористого кальцію такої ж концентрації [21].

#### **1.2.4 Захист від шуму автомобілів**

Один з основних джерел шуму в місті – автомобільний транспорт, інтенсивність руху якого постійно зростає. Найбільші рівні шуму 90–95 дБ відзначаються на магістральних вулицях міст із середньою інтенсивністю руху 2–3 тис. та більше транспортних одиниць на годину.

Рівень вуличних шумів обумовлюється інтенсивністю, швидкістю і характером (складом) транспортного потоку. Крім того, він залежить від планувальних рішень (поздовжній і поперечний профіль вулиць, висота і щільність забудови) і таких елементів благоустрою, як покриття проїжджої частини та наявність зелених насаджень. Кожен з цих факторів здатний змінити рівень транспортного шуму в межах до 10 дБ.

У промисловому місті звичайно високий відсоток вантажного транспорту на магістралях. Збільшення в загальному потоці автотранспорту вантажних автомобілів, особливо великовантажних з дизельними двигунами, призводить



до підвищення рівнів шуму. В цілому вантажні та легкові автомобілі створюють на території міст важкий шумовий режим.

Шум, що виникає на проїжджій частині магістралі, поширюється не тільки на приміагістральну територію, а й вглиб житлової забудови. Так, в зоні найбільш сильного впливу шуму знаходяться частини кварталів і мікрорайонів, розташованих уздовж магістралей загальноміського значення (еквівалентні рівні шуму від 67,4 до 76,8 дБ). Рівні шуму, заміряні в житлових кімнатах при відкритих вікнах, орієнтованих на зазначені магістралі, всього на 10–15 дБ нижче. Акустична характеристика транспортного потоку визначається показниками шумності. Шум, вироблений окремими транспортними екіпажами, залежить від багатьох чинників: потужності та режиму роботи двигуна, технічного стану екіпажу, якості дорожнього покриття, швидкості руху. Крім того, рівень шуму, як і економічність експлуатації автомобіля, залежить від кваліфікації водія. Шум від двигуна різко зростає в момент його запуску і прогрівання (до 10 дБ).

Рух автомобіля на першій швидкості (до 40 км / ч) викликає зайвий витрата палива, при цьому шум двигуна в 2 рази перевищує шум, створюваний ним на другій швидкості. Значний шум викликає різке гальмування автомобіля при русі на великій швидкості. Шум помітно знижується, якщо швидкість руху гаситься за рахунок гальмування двигуном до моменту включення ногового гальма.

За останній час середній рівень шуму, вироблюваний транспортом, збільшився на 12–14 дБ. Ось чому проблема боротьби з шумом в місті набуває все більшої гостроти.

Вплив шуму на організм людини. В умовах сильного міського галасу зчиняється постійна напруга слухового аналізатора. Це викликає збільшення порога чутності (10 дБ для більшості людей з нормальним слухом) на 10–25 дБ. Шум утрудняє чіткість мови, особливо при його рівні понад 70 дБ.

Збиток, який завдає слуху сильний шум, залежить від спектра звукових коливань і характеру їх зміни. Небезпека можливої втрати слуху через шум в

значній мірі залежить від індивідуальних особливостей людини. Деякі втрачають слух навіть після короткого впливу шуму порівняно помірної інтенсивності, інші можуть працювати при сильному шумі майже все життя без скільки–небудь помітної втрати слуху. Постійний вплив сильного шуму може не тільки негативно вплинути на слух, а й викликати інші шкідливі наслідки – дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищену втому.

Шум у великих містах скорочує тривалість життя людини. За даними австрійських дослідників, це скорочення коливається в межах 8–12 років. Надмірний шум може стати причиною нервового виснаження, психічної пригніченості, вегетативного неврозу, виразкової хвороби, розлади ендокринної та серцево–судинної систем. Шум заважає людям працювати і відпочивати, знижує виробничість праці.

Найбільш чутливі до дії шуму особи старшого віку. Так, у віці до 27 років на шум реагують 46% людей, у віці 28–37 років – 57%, у віці 38–57 років – 62%, а у віці 58 років і старше – 72%. Велике число скарг на шум у літніх людей, очевидно, пов'язано з віковими особливостями і станом центральної нервової системи цієї групи населення.

Спостерігається залежність між числом скарг і характером виконання роботи. Дані опитування показують, що турбують дію шуму відбивається більше на людях, зайнятих розумовою працею, в порівнянні з людьми, які виконують фізичну роботу (відповідно 60% і 55%). Більш часті скарги осіб розумової праці, мабуть, пов'язані з більшою втомою нервової системи.

Масові фізіолого–гігієнічні обстеження населення, що піддають впливу транспортного шуму в умовах проживання і трудової діяльності, виявили певні зміни в стані здоров'я людей. При цьому зміни функціонального стану центральної нервової і серцево–судинної систем, слухової чутливості залежали від рівня впливає звукової енергії, від статі і віку обстежених. Найбільш виражені зміни виявлені у осіб, що зазнають вплив шуму в умовах, як праці, так і побуту, в порівнянні з особами, що проживають і працюють в умовах відсутності шуму

Високі рівні шуму в міському середовищі, що є одним з агресивних подразників центральної нервової системи, здатні викликати її перенапруження. Міський шум справляє негативний вплив і на серцево-судинну систему. Ішемічна хвороба серця, підвищений вміст холестерину в крові зустрічаються частіше в осіб, що проживають у гучних районах.

Шум значною мірою порушує сон. Шум, що виникає під час сну (наприклад, гуркіт вантажівки) нерідко викликає сильний переляк, особливо у хворих людей і у дітей. Шум зменшує тривалість і глибину сну. Під впливом шуму рівнем 50 дБ термін засипання збільшується на годину і більше, сон стає поверхневим, після пробудження люди відчують втому, головний біль, а нерідко і серцебиття.

Відсутність нормального відпочинку після трудового дня призводить до того, що природно розвивається в процесі роботи стомлення жевріє, а поступово переходить в хронічну перевтому, яке сприяє розвитку ряду захворювань, таких як розлад центральної нервової системи, гіпертонічна хвороба.

Заходи щодо захисту від автомобільного шуму Зниження міського шуму може бути досягнуто в першу чергу за рахунок зменшення шумності транспортних засобів.

До містобудівних заходів із захисту населення від шуму відносяться: збільшення відстані між джерелом шуму і об'єктом, що захищається; застосування акустично непрозорих екранів (укосів, стін і будівель-екранів), спеціальних шумозахисних смуг озеленення; використання різних прийомів планування, раціонального розміщення мікрорайонів. Крім того, містобудівними заходами є раціональна забудова магістральних вулиць, максимальне озеленення території мікрорайонів і розділових смуг, використання рельєфу місцевості та ін.

Істотний захисний ефект досягається в тому випадку, якщо житлова забудова розміщена на відстані не менше 25–30 м від автомагістралей і зони розриву озеленені. При замкнутому типі забудови захищеними виявляються

тільки внутрішньоквартальні простору, а зовнішні фасади будинків потрапляють в несприятливі умови, тому подібна забудова автомагістралей небажана. Найбільш доцільна вільна забудова, захищена від сторони вулиці зеленими насадженнями і екранують будівлями тимчасового перебування людей (магазини, їдальні, ресторани, ательє і т.п.) [22].

### **1.2.5 Вплив транспортної споруди на природний ландшафт**

Естетика природного ландшафту – краса, індивідуальність місцевості, її привабливість для людини – є видом природного ресурсу, необхідного для відпочинку, відновлення сил і здоров'я людей, задоволення їх рекреаційних потреб. Процеси формування ландшафту та взаємодії з ним житлового середовища і транспортних комунікацій – предмет вивчення ландшафтно-архітектури. Чим більше сприймається ландшафт як природний, тим вище його рекреаційні властивості.

Різноманітність, унікальність і краса ландшафту в його природній ситуації, культурно-історичній формі можуть постраждати від розміщення транспортних споруд і об'єктів дорожнього сервісу. Важливим завданням є збереження історичних, культурних ландшафтів та їх компонентів. Слід також оцінити небезпеку порушення картини міст та інших населених пунктів, охоронюваних або гідних охорони пам'яток архітектури та ґрунтових пам'ятників, включаючи їх навколишнє середовище.

Загальноприйняті три рівня естетичної оцінки ландшафту: мальовничий, рядовий і вимагає поліпшення.

До мальовничого ландшафту відносять виразний рельєф місцевості; виділяються височини, покриті лісом або що мають природні оголення корінних порід; прибережні зони водойм і водотоків; джерела, інші виходи підземних вод і навколишнє їх територія; місця зростання цінних або мало поширених в даному регіоні дерев, а також всі штучно поліпшені і облаштовані ландшафти. Мальовничий ландшафт не вимагає спеціальних прийомів

організації, головне – виключити порушення його сприйняття технічними спорудами.

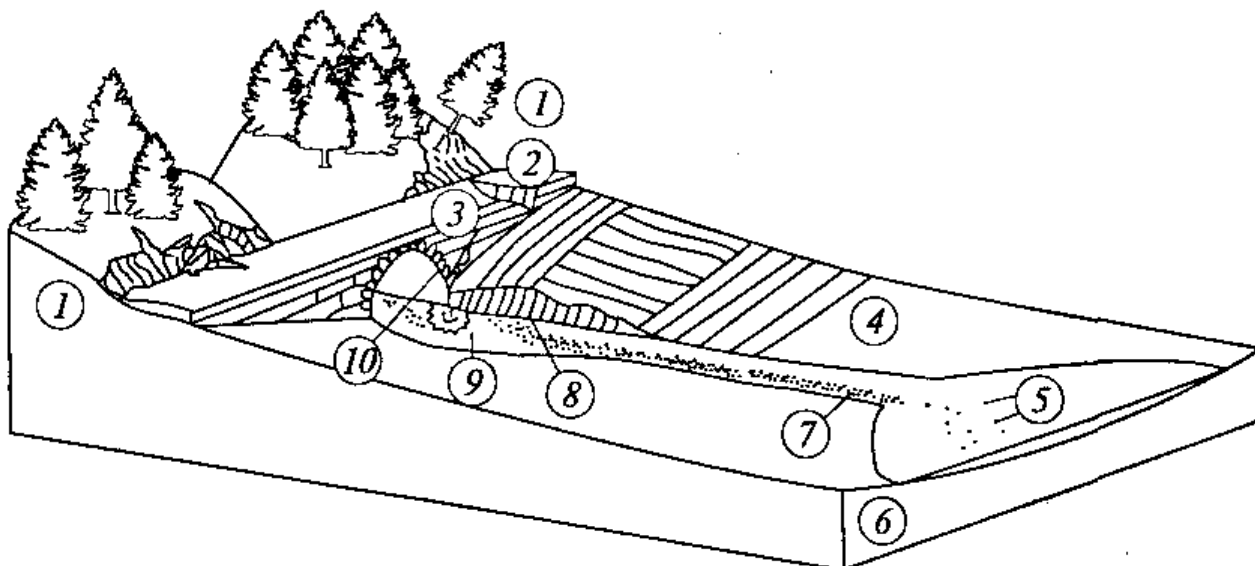
До рядовим ландшафтам відносять природні форми, звичайні для даної місцевості, в тому числі з елементами урбанізації. Рядовий ландшафт не вимагає зорової ізоляції дороги.

До ландшафтів, які вимагають поліпшення, відносять ландшафти, переформовані внаслідок сільськогосподарського або промислового освоєння земель. Ландшафт, що вимагає поліпшення, має техногенні елементи, що змінили природні утворення.

Внаслідок негативного впливу дороги на ґрунт, воду, рослин і тварин картина ландшафту і його природна придатність змінюються. Можуть порушитися стан природнього середовища, при якому забезпечуються саморегуляція і відтворення основних компонентів біосфери (води, повітря, ґрунтового покриву, тваринного і рослинного світу), і здорові умови життя людини.

Основні причини ландшафтних порушень наступні: розсічення природного середовища дорогою (фрагментація ландшафту); зниження продуктивності ґрунтів; розвиток геодинамічних процесів (ерозії, зсувів, суфозії і т.п.); деградація екологічних систем; естетичне забруднення (рис. 1.1).

Екологічні системи на придорожніх територіях деградували в результаті надмірного хімічного і фізичного забруднення повітря, води і ґрунту; наявності теплових аномальних полів, що призводять до висушування ґрунту і (або) підтоплення територій (внаслідок витоків води з інженерних комунікацій); порушення трав'яного покриву і його збіднення (наслідком є зниження чисельності представників корисної ентомологічної фауни в фітоценозах); зміни фотоперіоду (світлового дня) рослин і поведінки комах – фітофагів (їх скупчення в зелених насадженнях призводить до сильному пошкодження останніх) при освітленні доріг в нічний час.



1 – деградація рослинності вище по ухилу через зворотній ерозії; 2 – яро формування ;  
 3 – ерозія ґрунту; 4 – зміни в рослинності через зниження рівня ґрунтових вод; 5 – винос  
 родючого ґрунту з сільськогосподарських угідь в водойми; 6 – суфозія; 7 – винос зважених  
 часток в пониження рельєфу місцевості; 8 – збільшення розмивання ґрунту водою; 9 –  
 водотік; 10 – водопропускна труба

**Рисунок 1.1 – Види ландшафтних змін під впливом дороги**

Характерні ознаки естетичного забруднення, або негативного візуального впливу, такі:

- невиразні об'єкти транспортних споруд;
- будівлі з одноманітною архітектурою;
- відсутність гармонійної єдності транспортної споруди з при-рідним середовищем.

Особливо значимо естетичне забруднення для кар'єрних робіт. Естетичного забруднення пов'язане з негативним візуальним впливом транспортного споруди на навколишню середу, яке складається з когось комбінації трьох компонентів:

- елементів, контрастних за формою, висоті, масивності і кольору, що створюють несумісність в сприйнятті ландшафту;
- елементів, які сприймаються як асоціації з індустріальними процесами, порушенням і пошкодженням природного середовища;

- тривалості сприйняття транспортного споруди, пов'язаний–ний з тривалим терміном його існування.

Розрізняють два типи негативного візуального впливу: вторгнення і перешкода. Візуальне вторгнення відбувається, коли існуючий раніше ландшафт несприятливо порушений новим елементом, який має більш бідне візуальне якість. Візуальна перешкода блокує або ускладнює видимість будь-якого об'єкта ландшафту (озера, пагорба, гаї) [23].

### **1.2.6 Забруднення атмосфери вихлопними газами автотранспорту**

До складу вихлопних газів автомобілів входить близько 200 хімічних сполук, які в залежності від особливостей впливу на організм людини поділяються на 7 класів.

1 клас – хімічні сполуки, що містяться в природному складі атмосферного повітря: водяна пара, водень, азот, кисень і діоксид вуглецю. Підраховано, що автотранспорт Європи викидає в атмосферу кількість пара, що перевищує за масою випаровування всіх європейських водойм і річок. Внаслідок цього підвищується вологість атмосферного повітря, зростає хмарність, а кількість сонячних днів в році знижується. Це сприяє зростанню вірусних захворювань, зниження врожайності сільськогосподарських культур і т.д.

2 клас – оксид вуглецю (CO). Безбарвний газ без смаку і запаху, слабо розчинний у воді. Вдихуваний людиною, він сполучається з гемоглобіном крові і пригнічує його здатність постачати тканини організму киснем. В результаті настає киснєве голодування організму, і виникають порушення в діяльності центральної нервової системи. Наслідки впливу залежать від концентрації оксиду вуглецю в повітрі: так, при концентрації 0,05% ознаки слабого отруєння проявляються через годину, а при 1% після декількох зітхань настає втрата свідомості.

3 клас – оксид азоту (NO) і діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), об'єднані загальною формулою NO<sub>x</sub>. Зазначені гази є домішками, які сприяють утворенню смогу. Потрапляючи в організм людини, вони, взаємодіючи з вологою, утворюють

азотисту і азотну кислоти. Наслідки впливу також залежать від концентрації газів: при концентрації 0,0013% відбувається слабе подразнення слизових оболонок очей і носа, при 0,002% – набряк легенів наступає втрата свідомості.

4 клас – вуглеводні (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). До найбільш небезпечних з них відноситься бенз (а) пірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) – потужний канцероген. При нормальних умовах це з'єднання являє собою голкоподібні кристали жовтого кольору, погано розчинні у воді і добре – в органічних розчинниках. У сироватці людини розчинність бенз (а) пірену досягає 50 мкг / мл.

5 клас – альдегіди (R–CHO). Найбільш небезпечні для людини акролеїн і формальдегід. Акролеїн (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>CHO) – альдегід акрилової кислоти, безбарвна, із запахом присмаленого жиру, досить летюча рідина, добре розчиняється у воді. Концентрація 0,00016% є порогом сприйняття запаху, при 0,002% запах важко переносимо, при 0,005% – нестерпний, а при 0,014% через 10 хвилин настає смерть. Формальдегід (HCHO) – безбарвний газ з різким запахом, легко розчиняється у воді. При концентрації 0,007% викликає легке подразнення слизових оболонок очей і носа, а також верхніх дихальних шляхів, при концентрації 0,018% ускладнюється процес дихання.

6 клас – сажа (C), дисперсний продукт чорного кольору, що утворюється в результаті неповного згоряння вуглеводнів, також надає шкідливий вплив на органи дихання. Частинки сажі активно адсорбують на своїй поверхні бенз (а) пірен. Підвищений вміст сажі в атмосферному повітрі призводить до погіршення стану здоров'я дітей, що страждають респіраторними захворюваннями; осіб, хворих на астму, бронхіт, запалення легенів, а також людей похилого віку.

7 клас – свинець (Pb) і його сполуки. В бензин а як антидетонаційної присадки вводять тетраетил свинець. Близько 80% свинцю і його сполук, що забруднюють повітря, потрапляють в нього при використанні етилованого бензину. Свинець знижує активність ферментів і порушує обмін речовин в організмі людини, а також має кумулятивну дію, тобто здатністю накопичуватися в організмі [24].



У таблиці 1.1 наведені гранично допустимі концентрації перерахованих вище домішок, що містяться у вихлопних газах автомобільного транспорту.

Найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом в повітря на малому ході, на перехрестях, на зупинках перед світлофорами. У зоні розташування світлофорів на малій швидкості і в режимі холостого ходу основними інгредієнтами викидів двигунів внутрішнього згоряння є вуглекислий газ CO і вуглеводні C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>.

Таблиця 1.1 – Гранично допустимі концентрації домішок, що містяться в вихлопних газах двигунів внутрішнього згоряння

| Речовина      | Формула                           | ГДК в атмосферному повітрі населених пунктів, мг/м <sup>3</sup> |                      |
|---------------|-----------------------------------|---|----------------------|
|               |                                   | максимально разова  | середньодобова       |
| Оксид вуглецю | CO                                | 5,0   | 3,0                  |
| Оксид азоту   | NO                                | 0,4   | 0,06                 |
| Діоксид азоту | NO <sub>2</sub>                   | 0,085   | 0,04                 |
| Вуглеводні    | C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>     | 1,0   | Не встановлено       |
| Бенз(а)пірен  | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>   | Не встановлено  | 1 · 10 <sup>-6</sup> |
| Акролеїн      | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> CHO | 0,03  | 0,03                 |
| Формальдегід  | HCHO                              | 0,035   | 0,003                |
| Сажа          | C                                 | 0,15  | 0,05                 |
| Свинець       | Pb                                | 0,001   | 0,0003               |

Спорудження підземних пішохідних переходів забезпечує збільшення середньої швидкості руху автотранспортного потоку і усуває режим гальмування, холостого ходу і розгону. Для порівняння в таблиці 1.2 наведені дані про середню тривалість роботи двигунів автомобілів в різних режимах в містах світу.

Ще однією особливістю автомобільних викидів є те, що на відміну від стаціонарних джерел викидів промислових підприємств, автомобілі забруднюють повітря на висоті людського зросту [25].

Всі двигуни внутрішнього згорання, які експлуатуються на автомобілях, діляться на два види: карбюраторні і дизельні. Специфіка згорання палива і склад шкідливих речовин, які надходять в атмосферу з вихлопними газами, різні.

Всі карбюраторні двигуни працюють по циклу Отто. Співвідношення між спалювани вуглеводнями і повітрям позначають так званим коефіцієнтом  $\alpha$ ; він відповідає відношенню кількості повітря, який вступив в циліндр, до кількості повітря, яке теоретично необхідно для повного згорання заданої кількості палива.

Таблиця 1.2 – Приклади оцінки часу роботи двигуна в різних режимах

| Країна    | Місто     | Тривалість роботи двигуна, % |        |                       |             |
|-----------|-----------|------------------------------|--------|-----------------------|-------------|
|           |           | Холостий хід                 | розгін | Постійні навантаження | гальмування |
| Австралія | Сідней    | 15                           | 18     | 54                    | 13          |
| Росія     | Волгоград | 30                           | 23     | 35                    | 12          |
| Японія    | Токіо     | 35                           | 20     | 31                    | 14          |
| Європа    | міста     | 35                           | 22     | 29                    | 14          |
| Іран      | Тегеран   | 38                           | 22     | 15                    | 14          |
| США       | міста     | 15                           | 37     | 16                    | 32          |
| Польща    | Варшава   | 27                           | 36     | 14                    | 23          |
| Росія     | Москва    | 22                           | 37     | 12                    | 29          |

Максимальна швидкість згорання палива в карбюраторних двигунах і їх максимальна потужність досягається при  $\alpha = 0,85-0,90$ . Таким чином, сам цикл роботи карбюраторного двигуна має на увазі неповне згорання палива, і як наслідок, виділення токсичного компонента CO у вихлопних газах. У той же час при згоранні палива виникає висока температура і тиск, що обумовлює виникнення токсичних оксидів азоту.

У дизельних двигунах спалюється більше високомолекулярне паливо типу лише сирої нафти і гасу, з температурою початку кипіння 180–200°C. У цих двигунах одночасно відбуваються процеси випаровування крапель паливо, окислення їх парів, а також догорання окремих крапель в процесі розширення. Такі двигуни працюють при коефіцієнті  $\alpha = 1,4-1,7$ , тому вміст CO у відпрацьованих газах незначно.

У зв'язку з тим, що граничний вміст сірки в дизельному паливі вище, кисень знаходиться в надлишку, викид SO<sub>2</sub> дизелями вище. Робота дизельних двигунів створює сприятливі умови для утворення канцерогенних речовин. Однак свинцю в відпрацьованих газах дизельних двигунів немає, оскільки в паливо не додається антидетонатор у вигляді тетраетилсвинцю.

У таблиці 1.3 для порівняння наведено склад основних домішок в газах бензинових і дизельних двигунів внутрішнього згорання.

Таблиця 1.3 – Склад основних домішок у викидах автотранспорту (кг на тонну палива)

| Компонент викидів | Формула                       | Двигун     |           |
|-------------------|-------------------------------|------------|-----------|
|                   |                               | бензиновий | дизельний |
| Оксид вуглецю     | CO                            | 395,0      | 9,0       |
| Оксид азоту       | NO                            | 20,0       | 33,0      |
| Оксид сіри        | SO <sub>2</sub>               | 1,6        | 6,0       |
| Вуглеводні        | C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> | 34,0       | 20,0      |
| Альдегіди         | RCHO                          | 1,4        | 6,0       |
| Сажа              | C                             | 2,0        | 16,0      |

За даними статзвітності, частка автотранспорту в забрудненні атмосфери великих міст становить: Ужгород – 90,4 %; Ялта – 88 %; Київ – 77,6 %; Харків – 68,2 %; Миколаїв – 64 %; Одеса – 61 %.

В Україні нормуються три основні інгредієнти хімічного впливу автотранспорту на навколишнє середовище: CO, NO<sub>2</sub>, HCHO.

Зношені шини являють собою шаруватий багатокомпонентний відхід виробничого та побутового споживання, містить наступні компоненти вторинної сировини: гума – 67 %, текстильний корд – 17 %, метал – до 16 %.

Розрахунки, виконані «ДержавтотрансНДІпроектотом Мінтранса України», показали, що кожен легковий автомобіль до повного зносу малюнка протектора комплекту шин викидає в навколишнє середовище в середньому 14,2 кг гумового пилю, а вантажний автомобіль або автобус (з колісною формулою 4x2) – автотранспорту на навколишнє середовище: CO, NO<sub>2</sub> і CxHy [26].

### **1.2.7 Характеристика відходів автомобільного транспорту**

*Відпрацьовані моторні масла* На підприємствах хімічної та нафтохімічної промисловості щорічно утворюються мільйони тонн технологічних рідких, твердих і газоподібних продуктів. Більшу частину їх не використовують, так як частина їх збирається в накопичувачах, частина викидається в атмосферу і зливається в каналізацію або у водойми, засмічуючи і отруюючи навколишнє середовище.

Ряд хімічних і нафтохімічних відходів утворюються не в процесі діяльності хімічних виробництв, а в процесі життєдіяльності населення у великих містах. У першу чергу до таких відходів відносяться відпрацьовані нафтопродукти, що утворюються при заміні мастил у вузлах тертя різних двигунів, компресорів, насосів, верстатів, турбін і механізмів, енергетичних установок і т. д.

Прості розрахунки для умов України (число автомобілів, число замін масла в рік, обсяг однієї заміни масла) для автомобільного транспорту показують, що тільки від заміни масел утворюється близько 20 000...23 000 т в рік вторинних моторних масел. При цьому основним джерелом відпрацьованих моторних олив є приватний сектор: кооперативні гаражі, підприємства автосервісу, платні стоянки, приватні авто фірми, фірми різних форм власності, що мають свій автотранспорт.

Слід особливо відзначити, що врахувати відпрацьовані моторні масла найважче в період проміжного зберігання (до вивезення їх на переробку), коли вони становлять найбільшу небезпеку для навколишнього середовища. У зв'язку зі збільшенням обсягу виробництва в нафтохімічному комплексі і числа автотранспорту, особливо за рахунок старих автомобілів, слід очікувати збільшення утворення відпрацьованих моторних масел на 5 ... 7 % щорічно.

#### *Зношені автомобільні шини*

Значну частину забруднення навколишнього середовища 92,2 кг. Разом з тим, інтенсивність викиду гумового пилу в автомобілів з шинами, які відновлені методом накладання нового протектора, у 2 рази більше, ніж у серійних. За орієнтовними розрахунками, вантажні автомобілі АТП середньої потужності протягом року викидають в атмосферу приблизно 30 тонн гумового пилу. До її складу входять шкідливі речовини, які поширюються в ґрунті і атмосфері. Основних компонентів чотири: каучук, сажа, смоли і мастила. Встановлено, що приблизно 10 % цієї пилу (природний каучук) розкладається, і переробляється бактеріями, які знаходяться в ґрунті і входять в кругообіг вуглецю. Синтетичний каучук становить 38% маси шин, стійкий до атмосферних умов і мікроорганізмів, тому він не входить в природний кругообіг. Вважається, що під впливом кисню і ультрафіолетового випромінювання його молекули розкладаються, і відбувається це значно швидше, ніж в компактному гумовому виробі. Сажа, яка за масою становить 25 – 30 % продуктів зносу, що забруднює атмосферу, затримуючись в повітрі протягом 8 діб, погіршуючи цим самим видимість на дорогах і впливаючи на органи дихання людей, як яка-небудь пил. За своїм хімічним складом сажа повинна розкладатися, але конкретних даних про ці процеси поки немає. Через наявність цього пилу після дощу дороги стають дуже слизькими і небезпечними.

Одним з найбільш ефективних шляхів зниження утворення продуктів зносу шин є виконання вимог правильної експлуатації, тобто систематичний

контроль тиску в шинах, перевірка установки кутів розвалу і сходження керуючих коліс, своєчасна заміна коліс і т. д.

### *Автомобільний брухт*

До останнього часу проблема авто брухту в Україні не була актуальною головним чином внаслідок відносно невеликої кількості автомобілів, що перебувають у фізичних осіб і випускаються вітчизняною промисловістю. Автолом можна віднести до багатотоннажних твердих великогабаритних відходів споживання.

Знаходиться без нагляду не експлуатований і зношений автотранспорт негативно впливає на життєдіяльність міста, захаращує міську територію і утворює несанкціоновані звалища, створюючи серйозні труднощі для комунальних служб, і погіршує екологічну обстановку міста, так як містить небезпечні відходи: масла, антифриз, свинець і кислоту в акумуляторах, бензин та ін.

### *Полімерні відходи*

У виготовленні салону автомобіля в основному використовується пластмаси – матеріали на основі природних або синтетичних полімерів. Здатні під впливом нагрівання і тиску формуватися в вироби складної конфігурації і потім стійко зберігати надану форму.

Пластмаси ще відносно мало використовуються як вторинна сировина. Це пояснюється, перш за все, різноманіттям типів пластмас і виробів, що випускаються з них, а також складністю складу, що ускладнює сортування і переробку пластмасових відходів, особливо побутових.

Американські фахівці умовно встановили для всіх пластмасових виробів три терміни служби: короткий, оптимальний і тривалий. Для транспорту пропонується термін служби: короткий – 7 років, оптимальний – 10 років, тривалий – 12 років.

Полімерні відходи становлять понад 14 % загального обсягу відходів. У зв'язку з їх здатністю не піддаватися корозії і гниття, вони мають стійку тенденцію до збільшення, займаючи значні території.

### *Відпрацьовані акумулятори*

Головна важко контрольована і найбільш небезпечна в екологічному плані реальність – викидання відпрацьованих після закінчення терміну експлуатації акумуляторів в навколишнє середовище (тільки 20–25 % їх збираються для утилізації). В даний час у світі викидається, якщо вважати тільки акумулятори для автомобільного транспорту, близько трьох мільйонів штук в рік, тобто з кожним роком зростає кількість небезпечних для людини викидів у вигляді зруйнованих відпрацьованих акумуляторів. Це приблизно 80–90 тис. тонн свинцю і свинцевих сполук, не менше 21 тис. тонн розчину сірчаної кислоти, близько 10 тис. тонн інших компонентів.

Відомо, що відпрацьовані і не утилізовані свинцево–кислотні акумулятори небезпечні свинцевим і кислотним отруєнням навколишнього природного середовища.

Свинець та його сполуки, викинуті з відходами виробництва, не залишаються на місці, а включаються в кругообіг речовин в природі. З кожним роком він у все більших кількостях викидається в атмосферу і воду, а звідти потрапляє в ґрунт.

Свинець є одним з найнебезпечніших серед поширених металів. Забруднення навколишнього середовища свинцем і його сполуками в усьому світі визнається однією з головних проблем екології і охорони здоров'я населення. Зростає кількість наукових даних про шкоду хронічного впливу свинцю на організм. Найстрашніше вплив свинцю – його негативний вплив на дітей [27].

### ***Висновок:***

Атмосфера має велике екологічне значення. Розвиток автомобільного транспорту призвів до забруднення атмосфери міст і транспортних комунікацій важкими металами і токсичними вуглеводнями. Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню шкідливими елементами водойм, водотоків і сільськогосподарської продукції

(нітрати, пестициди). На території України знаходиться 877 хімічно небезпечних об'єктів та 287 000 об'єктів використовують у своєму виробництві сильнодіючі отруйні речовини або їх похідні (у 140 містах та 46 населених пунктах).

Діяльність людини 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. Хорошими засобами збереження чистоти атмосферного повітря є заміна у виробничих процесах шкідливих речовин на менш токсичні, створення нових замкнених технологічних ліній, що працюють без викидів у атмосферу, безвідходне використання природних ресурсів, застосування ефектних фільтрів.

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.



## **РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОТИ ЗОНИ ЗАБРУДНЕННЯ ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВИСОКОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ НА ПРИКЛАДІ м. ДНІПРО**

### **2.1 Якість у Дніпропетровській області атмосферного повітря**

На території Дніпропетровської області розташовано 716 підприємств, що звітують перед органами Держкомстату України за формою № 2–ТП (повітря), викиди шкідливих речовин в атмосферу від них у 2015 році становили 723,9 тис. т, що на 131,875 тис. т (15,4 %) менше, ніж у 2014 році. У складі викинутих забруднюючих речовин оксиди вуглецю становлять 341,925 тис. т; діоксиди та інші сполуки сірки – 98,535 тис. т; речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – 94,210 тис. т; метан – 142,003 тис. т; сполуки азоту – 42,114 тис. т; метали та їх сполуки – 3,68 тис. т, тощо. У сумарній кількості забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферу, викиди метану та оксиду азоту, які належать до парникових газів, становили відповідно 142,003 тис. т та 5,169 тис. т відповідно. Крім того, за звітний період в атмосферу надійшло 25,6 млн т діоксиду вуглецю. У середньому одним підприємством області за 2015 рік викинуто в атмосферу 1011,079 т забруднювальних речовин, що на 926,823 т менше проти 2014 року [28].

### **2.2 Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами**

Динаміка викидів забруднюючих речовин протягом 2010 – 2015 років наведена у таблицях 2.1. та 2.2.

Дніпропетровська область характеризується потужним промисловим і науковим потенціалом, розгалуженим сільським господарством, вигідним географічним положенням, багатими природними ресурсами, високим рівнем розвитку транспорту та зв'язку.

Природні умови області сприятливі для діяльності людини. Дніпропетровщина відзначається підземними багатствами та сприятливим

кліматом, водними ресурсами, родючими ґрунтами. Особливістю регіону є те, що кризові ситуації не локалізовані по території, а охоплюють цілі промислові агломерації, басейни видобутку корисних копалин і території прилягаючих до них інших областей [29].

Таблиця 2.1 – Динаміка викидів забруднюючих речовин

| Викиди по Дніпропетровській області           | 2010 р.  | 2011 р. | 2012 р. | 2013 р. | 2014 р. | 2015 р. |
|---|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| в атмосферне повітря, тис. т, в т.ч.          | 1140,484 | 1157,88 | 1173,07 | 1143,8  | 1037,0  | 876,6   |
| – від стаціонарних джерел забруднення, тис. т | 933,106  | 950,373 | 961,947 | 940,5   | 855,77  | 723,9   |
| – від пересувних джерел забруднення, тис. т   | 207,378  | 207,51  | 211,13  | 203,34  | 181,3   | 152,6   |

В цілому, незважаючи на те, що в останні роки має місце тенденція до зменшення антропогенного тиску на довкілля, рівень техногенного навантаження залишається високим, а екологічна ситуація незадовільною. Екологічні проблеми в області пов'язані з підвищеним рівнем забруднення атмосферного повітря.

Промислові підприємства гірничо–металургійного, паливно–енергетичного, хімічного комплексів і транспорт є основними джерелами забруднення повітряного басейну. Обсяг валових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення по Дніпропетровській області у 2015 році склав 876,574 тис. т.

Із загальної кількості суб'єктів підприємницької діяльності отримали дозвіл на викиди у 2015 році 783. У 2015 році викиди від стаціонарних джерел зменшилися у декілька разів.

У 2015 році викиди від стаціонарних джерел зменшилися на 131,875 тис. т або на 15,4 % у порівнянні з показниками 2014 року та становили 723,9 тис. т.

Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення зменшилися на 28,7 тис. т або на 15,84 % від викидів у 2014 році, та склали 152,6 тис. т. [30].

Таблиця 2.2 – Динаміка викидів в атмосферне повітря

| Роки | Викиди в атмосферне повітря, тис. т |                         |                       | Щільність викидів у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> , кг | Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--|--|
|      | Всього                              | у тому числі            |                       |  |  |
|      |                                     | стаціонарними джерелами | пересувними джерелами |  |  |
| 2010 | 1140,484                            | 933,106                 | 207,378               | 35729  | 341,820                                    |
| 2011 | 1157,883                            | 950,373                 | 207,51                | 36275  | 345,957                                    |
| 2012 | 1173,077                            | 961,947                 | 211,13                | 36747  | 354,008                                    |
| 2013 | 1143,848                            | 940,5                   | 203,348               | 35831,45   | 346,608                                    |
| 2014 | 1037,075                            | 855,775                 | 181,3                 | 26807,47   | 260,547                                    |
| 2015 | 876,6                               | 723,9                   | 152,6                 | 22677,5  | 221,7                                      |

### 2.3 Основні забруднювачі атмосферного повітря (за сферами діяльності)

У 2015 році підприємства чорної металургії та вугільної промисловості викинули в атмосферу 231,758 тис. т (31,9 %) шкідливих речовин від загального обсягу викидів по області. Частина викидів від підприємств енергетики у загальному обсязі викидів становить 53,1 %, підприємств з видобутку та первинної обробки твердого викопного палива – 13,4 %, підприємств машинобудування, промисловості з виробництва неорганічних хімічних речовин – 0,2 %, підприємств, які спеціалізуються на обробці та видалення відходів – 0,2 %. Основними забруднювачами довкілля у 2015 році залишаються підприємства металургійної, добувної промисловості та виробники електроенергії. Найбільш екологічно небезпечними видами економічної діяльності є видобування металевих руд, виробництво електроенергії, чавуну, сталі та феросплавів. Дані наведені у таблицях 2.3 та 2.4. Загальний обсяг викидів в атмосферне повітря міста здійснюється понад 7 000 стаціонарними джерелами забруднення, з яких 6 200 (89 %) – організовані.

Значний внесок у забруднення повітряного басейну міста вносить автотранспорт. На автомобільний транспорт приходиться близько 40 % від сумарного обсягу викидів токсичних речовин в атмосферу по місту. Необхідно

розробити програму, котра допомогла б робити аналіз викидів CO<sub>2</sub> враховуючи міський громадський транспорт та планувати заходи для зменшення впливу.

Таблиця 2.3 – Основні підприємства–забруднювачі атмосфери Дніпропетровської області

| Підприємство–забруднювач                                 | Відомча приналежність      | Валовий викид, тис. т |         |
|--|----------------------------|-----------------------|---------|
|  |                            | 2014р./               | 2015р.  |
| ВП “Придніпровська ТЕС”<br>ПАТ “ДТЕК Дніпроенерго”       | Міненерговугілля України   | 66,4                  | 32,9    |
| ВП “Криворізька ТЕС” ПАТ<br>“ДТЕК Дніпроенерго”          | Міненерговугілля України   | 155,7                 | 66,9    |
| ПАТ “Дніпровський меткомбінат”                           | Мінеконом–розвитку України | 98,806                | 95,208  |
| ПАТ “Нікопольський завод феросплавів”                    | Мінеконом–розвитку України | 20,543                | 18,7243 |
| ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”                           | Мінеконом–розвитку України | 255,449               | 268,316 |
| ПАТ “Південний гірничозбагачувальний комбінат”           | Мінеконом–розвитку України | 50,344                | 39,083  |
| ПАТ “Північний гірничозбагачувальний комбінат”           | Мінеконом–розвитку України | 12,472                | 11,137  |
| ПрАТ “Євраз – Дніпропетровський металургійний завод”     | Мінеконом–розвитку України | 9,237                 | 9,27    |
| ПАТ “ІНТЕРПАЙП Нижньодніпровський трубопрокатний завод”  | Мінеконом–розвитку України | 1,206                 | 0,778   |
| ПАТ “Євраз Баглійкокс”                                   | Мінеконом–розвитку України | 1,883                 | 1,649   |
| ПАТ “Євраз Дніпродзержинський коксохімічний завод”       | Мінеконом–розвитку України | 1,362                 | 1,33    |
| ПАТ “Орджонікідзевський гірничо–збагачувальний комбінат” | Мінеконом–розвитку України | 12,952                | 10,307  |

Таблиця 2.4 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за видами економічної діяльності

| Види економічної діяльності   | Кількість підприємств, які мали викиди | Обсяги викидів |                 | Викинуто в середньому одним підприємством, т |
|---|--|----------------|-----------------|--|
|   |  | тис. т         | у % до підсумку |  |
| Усі види економічної діяльності   | 716                                    | 723,9          | 100,0           | 1011,079                                     |
| у тому числі:   |  |                |                 |  |
| енергетика  | 610                                    | 341,520        | 47,6            | 559,869                                      |
| електростанції загального використання  | 5                                      | 99,890         | 13,8            | 19978,013                                    |
| видобуток та первинна обробка твердого викопного палива   | 23                                     | 117,159        | 16,2            | 5093,874                                     |
| видобуток мінеральних руд   | 24                                     | 9,281          | 1,3             | 386,704                                      |
| технологічні процеси в чорній металургії та вугільній промисловості                               | 55                                     | 231,758        | 31,9            | 4213,773                                     |
| технологічні процеси в кольоровій металургії  | 26                                     | 6,438          | 0,9             | 247,607                                      |
| технологічні процеси в машинобудуванні, промисловості з виробництва неорганічних хімічних речовин | 42                                     | 2,508          | 0,3             | 59,71  |

У місті продовжує здійснюватися комплекс організаційних заходів, направлених на реалізацію сучасної політики в сфері контролю за забрудненням атмосферного повітря в місті.

Дніпропетровський регіональний центр з гідрометеорології постійно здійснює контроль за станом атмосферного повітря у місті на 6 стаціонарних постах спостереження.

Для контролю за станом атмосферного повітря у місті продовжується робота щодо вдосконалення автоматизованої системи екологічного моніторингу м. Дніпропетровська.

Для промислового центру це особливо важливо, оскільки саме викиди підприємств викликають найбільшу тривогу жителів м. Дніпропетровська.

Автоматичні пости контролю забруднення атмосфери повинні бути розташовані у всіх функціональних зонах міста, починаючи від чистих, фонових територій природних парків і закінчуючи міськими осередками забрудненн. [31].

#### **2.4 Аналіз середньорічної концентрації шкідливих речовин з викидів автотранспорту у атмосферному повітрі м. Дніпро за 2012–2016 рр.**

На промислових підприємствах України широко використовують автомобільний транспорт, який виконує значний обсяг як внутрішньозаводських, так і позазаводських перевезень.

Великої шкоди людині та навколишньому природному середовищу завдають газоподібні компоненти, що викидаються в атмосферу з вихлопними газами автомобілів. Приблизно 60 % забруднення атмосфери припадає на автотранспорт. Світовий автомобільний парк за останні роки подвоївся. Щорічно у всьому світі випускається більше 25 млн одиниць. У 2000 р. чисельність світового парку автомобілів досягнула понад 500 млн одиниць, з них легкових машин близько 400 млн.

Через Дніпропетровську область проходять дві міжнародні та 3 національні автомагістралі. Також в області зосереджені великі промисловий та агропромисловий комплекси. Отже, враховуючи географічне розташування Дніпропетровщини – область є великим логістичним транспортним центром, що супроводжується значним навантаженням транзитним транспортом.

У таблиці 2.5 наведені дані щодо динаміки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від окремих видів автотранспорту підприємств Дніпропетровської області.

Таблиця 2.5 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від окремих видів автотранспорту підприємств області, тис. т.

| Роки | Вантажні автомобілі | Пасажирські автобуси | Пасажирські легкові автомобілі | Спеціальні легкові автомобілі | Спеціальні нелегові автомобілі |
|------|---------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 2010 | 29,8                | 4,9                  | 11,8                           | 1,7                           | 5,9                            |
| 2011 | 31,1                | 4,8                  | 12,2                           | 1,8                           | 5,9                            |
| 2012 | 30,8                | 7,2                  | 12,0                           | 1,4                           | 5,3                            |
| 2013 | 30,0                | 4,7                  | 11,6                           | 1,2                           | 4,9                            |
| 2014 | 27,6                | 3,7                  | 9,5                            | 1,0                           | 4,3                            |
| 2015 | 25,9                | 3,6                  | 9,4                            | 0,9                           | 3,8                            |

У таблиці 2.6 наведені дані про динаміку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення від використання окремих видів палива.

Таблиця 2.6 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення від використання окремих видів палива

| Роки | Обсяги викидів, тис. т. | У тому числі від використання |                   |                               | Частка викидів забруднюючих речовин від використання у загальних обсягів викидів, % |
|------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|---|
|      |                         | бензину                       | дизельного палива | зрідженого та стисненого газу |   |
| 2000 | 155,9                   | 135,6                         | 17,7              | 2,6                           | 87,0  |
| 2009 | 197,3                   | 141,3                         | 48,1              | 7,2                           | 71,6  |
| 2010 | 207,4                   | 141,9                         | 54,3              | 10,3                          | 68,4  |
| 2011 | 207,5                   | 138,2,                        | 56,7              | 11,9                          | 66,6  |
| 2012 | 211,1                   | 138,8                         | 58,8              | 13,3                          | 65,7  |
| 2013 | 203,3                   | 129,8                         | 58,6              | 14,4                          | 63,8  |
| 2014 | 181,3                   | 108,8                         | 55,9              | 13,7                          | 60,0  |
| 2015 | 152,6                   | 85,3                          | 48,1              | 18,8                          | 55,9  |

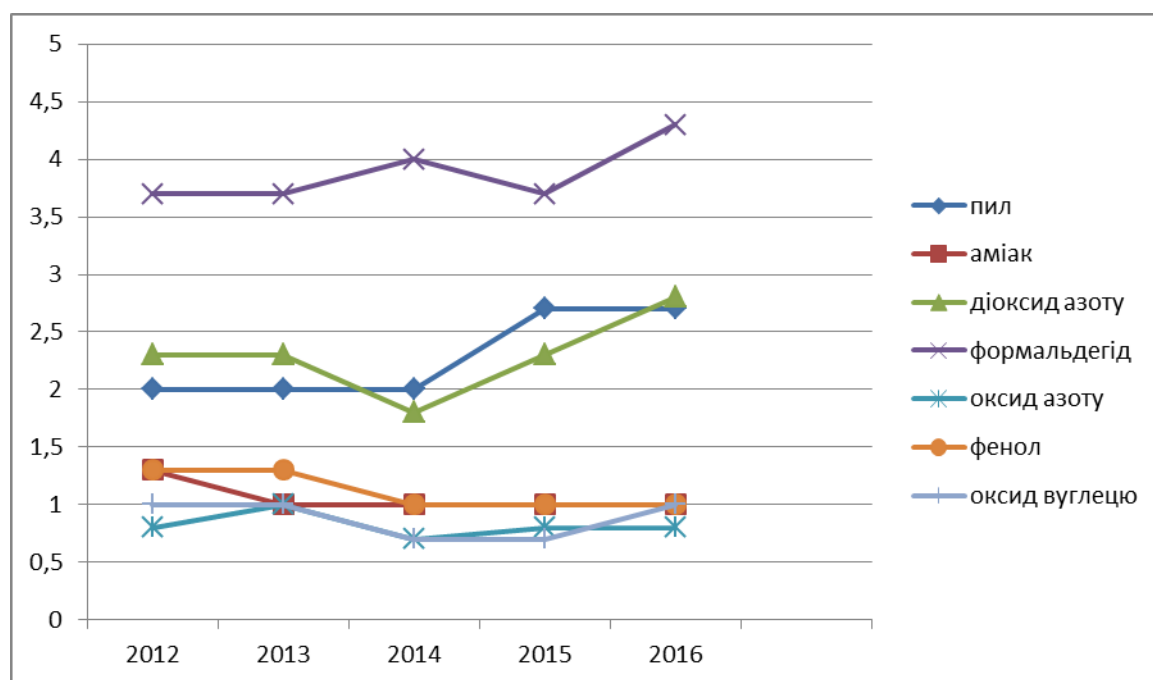
На основі даних, що наведені у регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2015 роки (табл. 2.7 та рис. 2.1) було встановлено, що концентрація пилу в повітрі перевищує ГДК в середньому у 2 рази та цей показник має тенденцію до зростання; концентрація діоксиду азоту перевищує ГДК щороку в середньому у 2–3 рази; формальдегіду – у 3–4 рази; а концентрація оксиду азоту, фенолу та оксиду вуглецю в останні роки спостережень знаходиться на допустимому рівні.

Таблиця 2.7 – Середньорічна концентрація шкідливих речовин у атмосферному повітрі м. Дніпро, 2012–2016 рр., долі ГДК

| Речовина      | Роки |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|
|               | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Пил           | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,7  | 2,7  |
| Аміак         | 1,3  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| Діоксид азоту | 2,3  | 2,3  | 1,8  | 2,3  | 2,8  |
| Формальдегід  | 3,7  | 3,7  | 4,0  | 3,7  | 4,3  |
| Оксид азоту   | 0,8  | 1,0  | 0,7  | 0,8  | 0,8  |
| Фенол         | 1,3  | 1,3  | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| Оксид вуглецю | 1,0  | 1,0  | 0,7  | 0,7  | 1,0  |

У таблиці 2.8 наведений фактичний міст шкідливих речовин у атмосферному повітрі м. Дніпро у 2012–2016 рр. за даними регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області.





**Рисунок 2.1 – Перевищення ГДК шкідливих речовин у атмосферному повітрі м. Дніпро, 2012–2016 рр**

**Таблиця 2.8 – Фактичний вміст шкідливих речовин у атмосферному повітрі м. Дніпро, 2012–2016 рр., мг/м<sup>3</sup>**

| Речовина      | ГДК м.р. | Роки  |       |      |      |      |
|---------------|----------|-------|-------|------|------|------|
|               |          | 2012  | 2013  | 2014 | 2015 | 2016 |
| Пил           | 0,5      | 1,0   | 1,0   | 1,0  | 1,35 | 1,35 |
| Аміак         | 0,2      | 0,26  | 0,2   | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Діоксид азоту | 0,085    | 0,20  | 0,20  | 0,15 | 0,20 | 0,24 |
| Формальдегід  | 0,035    | 0,13  | 0,13  | 0,14 | 0,13 | 0,15 |
| Оксид азоту   | 0,4      | 0,32  | 0,4   | 0,28 | 0,32 | 0,32 |
| Фенол         | 0,01     | 0,013 | 0,013 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Оксид вуглецю | 5        | 5     | 5     | 3,5  | 3,5  | 5    |

Результати спостережень свідчать, що в 2015–2016 рр. рівень забруднення атмосфери міста залишався ще досить високим .

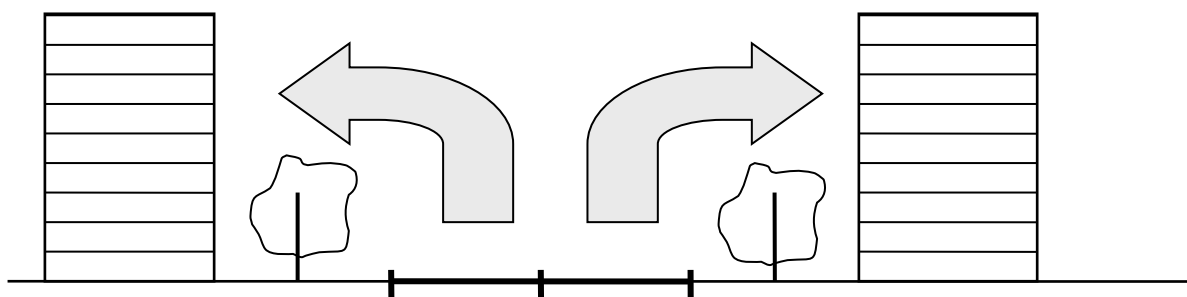
Екологічна ситуація загострюється тим, що викиди в атмосферу здійснюються нерівномірно, а переважно – в промислових зонах, де велика

концентрація підприємств металургійної, гірничодобувної, машинобудівної, хімічної та іншої промисловості.

У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> території області обсяги викидів шкідливих речовин від стаціонарних джерел склали понад 22 т. В окремих містах цей показник значно перевищує середній по області, а у м. Дніпропетровськ – в 6 разів [32].

## 2.5 Дослідження висоти зони забруднення викидами автотранспорту в умовах високо поверхової забудови

Розглянемо, як шкідливі речовини розсіюються в умовах високоповерхової двосторонньої забудови, що є типовим для великих міст (рис. 2.2).



**Рисунок 2.2 – Забруднення атмосфери автотранспортом в умовах двосторонньої дев'ятиповерхової забудови**

Забруднення атмосферного повітря шкідливими домішками в умовах двосторонньої дев'ятиповерховою забудови зменшується з висотою за експоненціальним законом:

$$\text{– діоксид вуглецю} \quad C_{mp}^{CO}(Z) = C_{mp}^{CO} \cdot e^{-0,0025 \cdot Z^2}, \quad (2.1)$$

$$\text{– діоксид азоту} \quad C_{mp}^{NO_2}(Z) = C_{mp}^{NO_2} \cdot e^{-0,0043 \cdot Z^2}, \quad (2.2)$$

$$\text{– вуглеводні} \quad C_{mp}^{C_xH_y}(Z) = C_{mp}^{C_xH_y} \cdot e^{-0,08 \cdot Z^2}, \quad (2.3)$$

$$\text{– формальдегід} \quad C_{mp}^{HCHO}(Z) = C_{mp}^{HCHO} \cdot e^{-0,11 \cdot Z^2}, \quad (2.4)$$

$$\text{– сажа} \quad C_{mp}^C(Z) = C_{mp}^C \cdot e^{-0,12 \cdot Z^2}, \quad (2.5)$$

$$\text{– свинець} \quad C_{mp}^{Pb}(Z) = C_{mp}^{Pb} \cdot e^{-0,06 \cdot Z^2}, \quad (2.6)$$

де  $C_{mp}$  – максимальна разова концентрація домішки в приземному шарі атмосфери, мг/м<sup>3</sup>;

$Z$  – висота, м.

Підставляючи в формули послідовно значення висоти  $Z=1$  м,  $Z=2$  м і т. д. і максимальну разову концентрацію шкідливих речовин, що містяться у вихлопах автотранспорту, визначаємо концентрацію цих речовин на відповідній висоті.

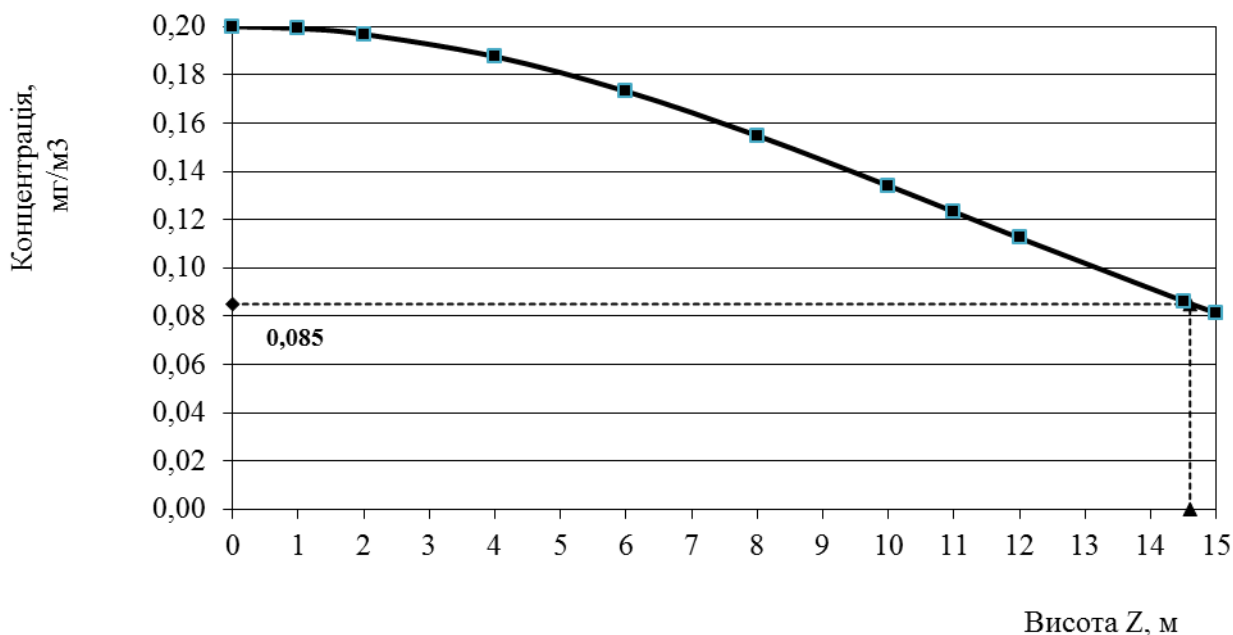
### 2.5.1 Діоксид азоту

Як видно з таблиці 2.7 та 2.8, концентрація діоксиду азоту у атмосферному повітрі м.Дніпро щорічно перевищує ГДК. Так, у 2012 р. середня концентрація цієї речовини становила 0,2 мг/м<sup>3</sup>. Розрахуємо за допомогою формули (2.2), на якій висоті концентрація діоксиду азоту знизиться до допустимої. Результати розрахунків наведено у таблиці 2.9 та на рис. 2.3.

Таблиця 2.9 – Результати розрахунків розсіювання діоксиду азоту у атмосферному повітрі з висотою (2012 р.)

| Висота, м   | Концентрація, мг/м <sup>3</sup> |
|-------------|---------------------------------|
| 0           | 0,200                           |
| 1           | 0,199                           |
| 2           | 0,197                           |
| 4           | 0,188                           |
| 6           | 0,173                           |
| 8           | 0,155                           |
| 10          | 0,134                           |
| 12          | 0,112                           |
| 14          | 0,091                           |
| <b>14,5</b> | <b>0,086</b>                    |

Отже, як бачимо, концентрація діоксиду азоту в атмосферному повітрі над магістральною трасою повільно знижується, досягаючи гранично допустимої на висоті 14,6 м, тобто на рівні п'ятого поверху, тобто висота зони забруднення в умовах тісної двосторонньої забудови становить майже 15 м.



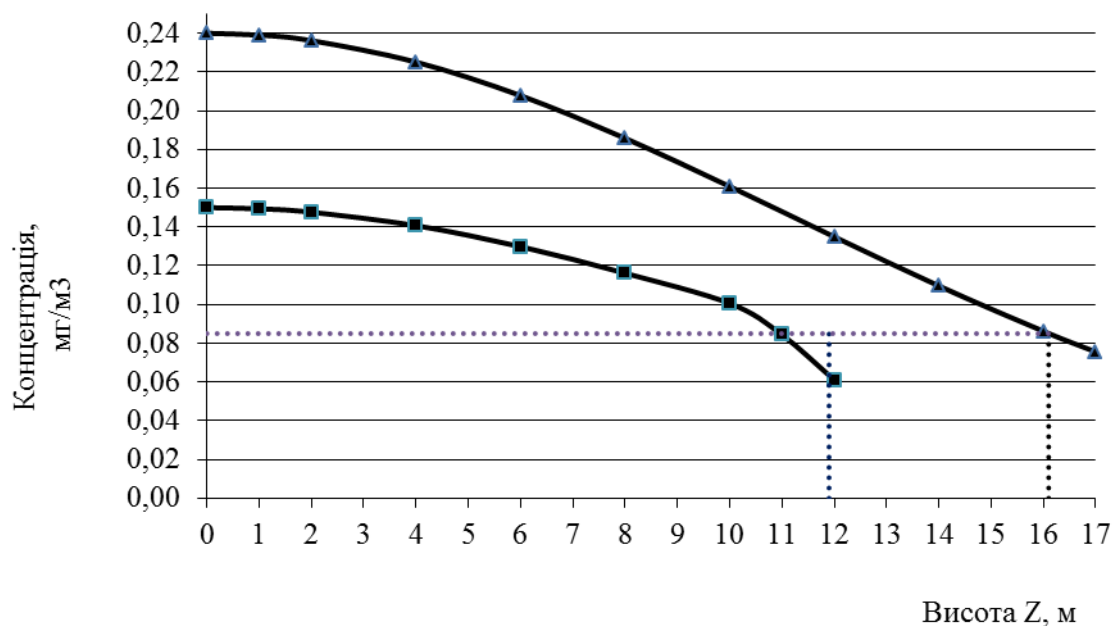
**Рисунок 2.3 – Результати розрахунків розсіювання діоксиду азоту у атмосферному повітрі з висотою (2012 р.)**

Аналогічним чином розраховуємо висоту зони забруднення діоксидом азоту у 2014 році ( $C=0,15$  мг/м<sup>3</sup>) та у 2016 ( $C=0,24$  мг/м<sup>3</sup>). Результати розрахунків наведено у таблиці 2.10 та на рисунку 2.4.

Проведені розрахунки показують, що висота зони забруднення діоксидом азоту у 2014 році при початковій концентрації  $C=0,15$  мг/м<sup>3</sup> становила близько 12 м, тобто чотири поверхи, а у 2016 при початковій концентрації  $C=0,24$  мг/м<sup>3</sup> – близько 16 м.

Таблиця 2.10 – Результати розрахунків розсіювання діоксиду азоту у атмосферному повітрі з висотою (2014 та 2016 р.)

| 2014 р.   |                                 | 2016 р.     |                                 |
|-----------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Висота, м | Концентрація, мг/м <sup>3</sup> | Висота, м   | Концентрація, мг/м <sup>3</sup> |
| 0         | 0,150                           | 0           | 0,240                           |
| 1         | 0,149                           | 1           | 0,239                           |
| 2         | 0,148                           | 2           | 0,236                           |
| 4         | 0,141                           | 4           | 0,225                           |
| 6         | 0,130                           | 6           | 0,208                           |
| 8         | 0,116                           | 8           | 0,186                           |
| 10        | 0,101                           | 10          | 0,161                           |
| 11        | 0,092                           | 12          | 0,135                           |
| <b>12</b> | <b>0,084</b>                    | 14          | 0,110                           |
|           |                                 | <b>16,0</b> | <b>0,086</b>                    |



*Рисунок 2.4– Результати розрахунків розсіювання діоксиду азоту у атмосферному повітрі з висотою (2014 та 2016 рр.)*

Таблиця 2.11 – Узагальнення розрахунків висоти зони забруднення діоксидом азоту в умовах двосторонньої багатоповерхової забудови

| Показник                        | Роки |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Концентрація, мг/м <sup>3</sup> | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 0,20 | 0,24 |
| Висота зони забруднення, м      | 14,6 | 14,6 | 12,0 | 14,6 | 16,0 |

Отже, в середньому висота зони забруднення діоксидом азоту становить 14,6 м, тобто на рівні четвертого–п'ятого поверху будівлі, що свідчить про вкрай негативний вплив викидів автотранспорту на умови проживання людей, що мешкають у багатоповерхівках.

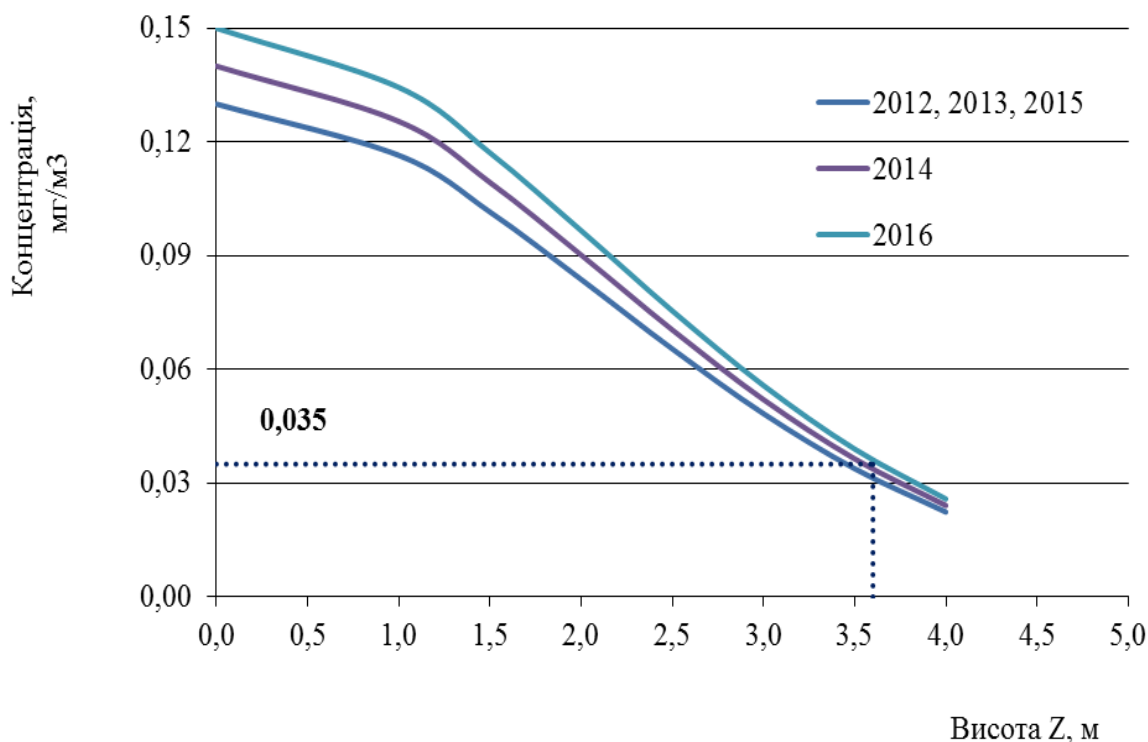
### 2.5.2 Формальдегід

Як видно з таблиці 2.7 та 2.8, концентрація формальдегіду у атмосферному повітрі м.Дніпро щорічно перевищує ГДК в три–чотири рази. Розрахуємо за допомогою формули (2.4), на якій висоті концентрація формальдегіду знизиться до допустимої. Результати розрахунків наведено у таблиці 2.12 та на рисунку 2.5.

Таблиця 2.12 – Результати розрахунків розсіювання формальдегіду у атмосферному повітрі з висотою (2012–2016 рр.)

| Висота, м  | Концентрація, мг/м <sup>3</sup> |              |              |
|------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|            | 2012, 2013, 2015 рр.            | 2014 р.      | 2016 р.      |
| 0          | 0,130                           | 0,140        | 0,150        |
| 1,0        | 0,116                           | 0,125        | 0,134        |
| 1,5        | 0,101                           | 0,109        | 0,117        |
| 2,0        | 0,084                           | 0,090        | 0,097        |
| 2,5        | 0,065                           | 0,070        | 0,075        |
| 3,0        | 0,048                           | 0,052        | 0,056        |
| <b>3,5</b> | <b>0,034</b>                    | <b>0,036</b> | <b>0,039</b> |
| 4,0        | 0,022                           | 0,024        | 0,026        |

Проведені розрахунки показують, що висота зони забруднення формальдегідом у 2012–2016 рр. році при початковій концентрації  $C=0,13$ – $0,15$  мг/м<sup>3</sup> становила близько 3,5 м, тобто це висота першого–другого поверху житлового будинку.



**Рисунок 2.5– Результати розрахунків розсіювання формальдегіду у атмосферному повітрі з висотою (2012–2016 рр.)**

Таблиця 2.13 – Узагальнення розрахунків висоти зони забруднення формальдегідом в умовах двосторонньої багатоповерхової забудови [33].

| Показник                        | Роки |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Концентрація, мг/м <sup>3</sup> | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,15 |
| Висота зони забруднення, м      | 3,45 | 3,45 | 3,55 | 3,45 | 3,65 |

Отже, в середньому висота зони забруднення формальдегідом становить 3,5 м, що також свідчить про вкрай негативний вплив викидів автотранспорту на умови проживання людей, що мешкають у багатоповерхівках близько доріг.

## **РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ**

В якості технологічних заходів, які можуть різко знизити токсичність вихлопних газів, можна виділити наступні:

- регулювання двигунів;
- заміна складу палива;
- використання енергії гальмування;
- переведення автомобілів на скраплений газ;
- удосконалення двигунів внутрішнього згоряння;
- застосування альтернативних видів палива;
- впровадження гібридних двигунів;
- впровадження в експлуатацію електромобілів, сонячних автомобілів, а

також застосування електричного транспорту та зміна складу палива. Відомо, що з метою запобігання детонації пального в двигунах автомашин в нього додають тетраетилсвинець, який робить вихлопні гази особливо токсичними.

### **3.1 Регулювання двигунів внутрішнього згоряння з метою зменшення викидів**

Як і у парових машин, метою регулювання двигуна внутрішнього згоряння є підтримка відповідності між навантаженням двигуна та кількістю тепла, перетвореного в механічну енергію.

Однак якщо у парової машини паровий котел є акумулятором енергії, то у двигунів внутрішнього згоряння такого акумулятора немає: підготовка горючої суміші відбувається в двигуні перед самим згорянням, через що регулювання має меншу гнучкість і межі його більш обмежені.

У стаціонарних двигунах число оборотів при зміні навантаження повинно по можливості зберігатися постійним. Для цього при різних навантаженнях



необхідно збільшити або зменшити кількість палива, що подається в робочі циліндри, що забезпечується відповідним регулюванням.

Залежно від конструкції і системи двигуна регулювання може бути кількісним, якісним і пропусками спалахів в циліндрі [34].

При кількісному регулюванні змінюється кількість суміші повітря і палива, що подається в циліндр, без складу суміші (бажано найвигіднішого). Цей спосіб регулювання зазвичай, застосовується в карбюраторних або газових двигунах. Необхідну зміна кількості горючої суміші досягають прикриттям заслінки (дроселя) – дроселюванням на ВСА–Сива трубі при вході в циліндр. Основною перевагою вказаного регулювання є сталість складу горючої суміші, а отже, гарна якість згоряння при всіх навантаженнях. Однак внаслідок дроселювання при переході від більших навантажень до малих тиск стиснення знижується. Зважаючи на це інерційні сили при малих навантаженнях виявляються більше тиску стиснення, що негативно впливає на динаміку двигуна; крім того, суттєва зміна тиску стиснення погіршує умови займання горючої суміші [35].

При якісному регулюванні змінюється кількість – палива без зміни кількості повітря. Такий спосіб застосовується в дизелях. Тут кількість що надходить в циліндр повітря можна вважати одним і тим же при всіх навантаженнях, кількість же впорскується в циліндр рідкого палива (подається насосом) змінюється в залежності від навантаження; але так, як вага рідкого палива навіть при найбільшому навантаженню становить лише кілька відсотків від ваги повітря, то кількісна зміна тут є нікчемною.

Якісне регулювання в порівнянні з кількісним має ту перевагу, що тиск стиснення при ньому залишається незмінним. Однак це регулювання для газових і карбюраторних двигунів пов'язано з певними обмеженнями, так як для кожної горючої суміші існує більш–менш вузький межа займання. Як дуже багата суміш (з дуже малим коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha$ ), так і дуже бідна (з дуже великим  $\alpha$ ) втрачає займистість – важко спалах [36].

Регулятори, призначені для підтримки заданого числа оборотів двигуна при будь-якій зміні навантаження, називаються однорежимним регуляторами.

В даний час досить широке поширення починають отримувати так звані всережимним регулятори, які підтримують будь-який заданий число оборотів вала певного діапазону. Регулятор зазначеного типу може бути встановлений ручним приводом на ходу двигуна на будь-яке число оборотів в цьому діапазоні, яке і буде підтримуватися постійним, незалежно від зміни навантаження двигуна [37].

### **3.2 Заміна складу автомобільного палива**

З моменту створення першого автомобіля багато вчених думають про альтернативне паливо. Дійсно, чи можна чимось замінити бензин?

Цей двигун (рис.3.1) є одним з найбільш незвичайних винаходів, тому що для його роботи потрібен тільки стиснене повітря. Мрія, чи не правда? Ця технологія була розроблена французькими інженерами, які стверджували, що цього двигуна буде достатньо для прогулянки зі швидкістю 35 км/год. та й ціна у такої машинки досить прийнятна — 20 000 доларів.



*Рисунок 3.1– Автомобіль з двигуном, що працює на стислому повітрі*

Ідеальна альтернатива палива(рис.3.2) для захисників навколишнього середовища! До речі, зовсім недавно Volkswagen випустив машини лінійки «Beetle», що в перекладі означає «Жук», які працюють саме на біодизельному паливі.



***Рисунок 3.2—Автомобіль з двигуном на рослинному маслі***

В той час, як більшість виробників автомобілів намагаються подолати ряд труднощів у спробі створити ідеальне паливо, Mercedes випустив власну еко-машинку(рис.3.3). Тільки ціна такого винаходу буде в рази дорожче, ніж у тих же автомобілів з двигуном на стислому повітрі, тому що це все-таки Mercedes. І це треба враховувати, адже за розкручену фірму потрібно платити в два рази більше.



***Рисунок 3.3– Автомобіль з двигуном, що працює на паливі з водневою основою***

За великим рахунком, ми вже використовуємо цей тип двигуна, тому що невелика частина етанолу міститься в звичайному паливі, яким ми заправляємо наші машини. Але компанія Suzuki Motors вирішила випустити автомобіль (рис.3.4), повністю працює на етанолі, в 100% його співвідношенні. Першою моделлю з цієї серії став Седан E25.



*Рисунок 3.4– Автомобіль з етаноловим двигуном*

Двигун на воді? Міф чи реальність? Японці розробили машину (рис.3.5), названу Генерах, якій досить одного літра води, щоб проїхати одну годину зі швидкістю 80 км/год. Електрони водню, які виділяються в цьому разі працюють як виробники електрики. І саме вони змушують машину їхати.



***Рисунок 3.5–Автомобіль на воді.***

Всі ми пам'ятаємо фільм Трон, в якому машини їздили на електричних двигунах. Щось подібне вдалося створити і виробникам марки Peugeot. Їх новий автомобіль(рис.3.6) оснащений великими передніми колесами, які можуть повертатися на всі боки. Шкода тільки, що цей автомобіль не доступний для продажу, хоча у цієї марки все ще попереду.



***Рисунок 3.6– Автомобіль з електричним двигуном***

Цей вид двигуна (рис.3.7) функціонує виключно на паливних гранулах. Здивовані? Тирса, дерев'яна стружка — вся ця біомаса може бути використана для роботи даного виду двигуна.



***Рисунок .3.7– Автомобіль з паливними гранулами (Біомаса)***

На чому ще можуть їздити машини?

Вугілля. Перші досліди були проведені ще в 20-і роки минулого століття. Але дуже скоро стало зрозуміло, що це досить затратно і не вигідно [38].

### **3.3 Використання енергії гальмування**

Рекуперативне гальмування (від лат. *recuperatio* «зворотне отримання; повернення») — вид електричного гальмування, при якому електроенергія, що виробляється тяговими електродвигунами, які працюють в генераторному режимі, повертається в електричну мережу.

Рекуперативне гальмування широко застосовується на електровозах, електропоїздах, сучасних трамваях і тролейбусах, де при гальмуванні електродвигуни починають працювати як електрогенератори, а вироблювана електроенергія передається через контактну мережу або іншим електровозів, або в загальну енергосистему через тягові підстанції [39].

Аналогічний принцип використовується на електромобілях, гібридних автомобілях, де виробляється при гальмуванні електроенергія використовується для підзарядки акумуляторів. Деякі контролери двигунів електровелосипедів реалізують рекуперативне гальмування.

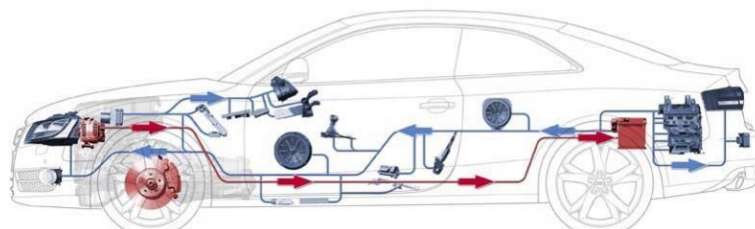
З розвитком ринку гібридних і електроавтомобілів система рекуперації часто використовується для збільшення дальності пробігу автомобіля на електричному заряді. Найбільш поширеними автомобілями цих класів є Toyota Prius, Chevrolet Volt, Honda Insight, Tesla Model S, 3, X, Y [40].

Є окремі випадки застосування системи рекуперації в автомобілі зі звичним бензиновим двигуном для скорочення витрати палива. Така система розроблялася на а/м Ferrari для забезпечення функціонування внутрішніх мультимедійних та кліматичних систем автомобіля від окремої батареї, що заряджається рекуперируемой енергією. Система рекуперації енергії (рис.3.8) при гальмуванні для електромобілів і електровелосипедів піддається критиці.

Система рекуперации энергии торможения  
автомобилей Audi



Автомобиль находится в движении. Электропотребители питаются от аккумуляторной батареи (синие стрелки).



Автомобиль замедляется. Генератор вступает в действие и заряжает аккумуляторную батарею (красные стрелки).

**Рисунок 3.8—Схема рекуперации энергии гальмування**

Гальмівний шлях автомобіля дуже малий в порівнянні з проїжджаючим шляхом і становить від декількох метрів до кілька десятків метрів (водій зазвичай відносно різко гальмує у самого світлофора або місця призначення, або взагалі під'їжджає до місця призначення накатом). За такий короткий час аккумулятори не встигають як–небудь значно зарядитися рекуперативним струмом, навіть в міському циклі при частих гальмуваннях. Економія енергії за рахунок рекуперативного гальмування електромобіля неефективна і не виправдовує ускладнення конструкції. До того ж рекуперативного гальмування не звільняє від необхідності звичайної колодочної гальмівної системи, так як на малих обертах двигуна в режимі генератора його противо–ЕРС мала і недостатня для повної зупинки автомобіля. Також рекуперативного гальмування не вирішує проблему стоянкового гальма (за винятком штучного динамічного утримання ротора на місці, на що витрачається значна енергія). В сучасних електромобілях є можливість налаштування педалі «газу» — при її відпусканні електромобіль або продовжує рухатися за інерцією накатом, або переходить в режим рекуперативного гальмування [40].

### 3.4 Переведення автомобілів на скраплений газ

Зараз у всьому світі скраплений газ виробляють і використовують як високоякісне побутове і промислове паливо, що є наслідком основних його переваг. А саме: можливість існування скрапленого газу при температурі навколишнього середовища і помірних тисках як в рідкому, так і газоподібному стані. У рідкому вигляді ці гази легко переробляються, зберігаються, транспортуються, а в газоподібному – мають кращу, ніж природний і штучні гази, характеристику згоряння при відсутності шкідливих домішок.

Двигуни внутрішнього згоряння, що працюють на газовому паливі, почали розроблятися набагато раніше бензинових і дизельних, однак широке застосування в автомобільній сфері вони стали знаходити тільки в останні роки. Тим більше, що переведення двигуна на газ не виключає можливість його експлуатації на бензині. Причому перемикання двигуна з одного виду палива на інше відбувається прямо в салоні машини.

Газове паливо має багато переваг перед традиційним рідким. Мабуть, найголовніше з таких переваг для рядового автолюбителя – це низька вартість газу. Тому, навіть притому, що один і той же двигун витрачає газу трохи більше, ніж бензину, використання газового палива виявляється досить вигідним. Одним із приємних особливостей газового палива є той факт, що після запуску паливного балона машина буде в змозі проїхати ще 2–4 км.

Що являє собою скраплений газ?

Під зрідженим прийнято розуміти природний газ, який з вихідного, власне газоподібного стану переведений в рідке – за допомогою охолодження до дуже низької температури, порядку мінус 163 градусів Цельсія. Обсяг палива при цьому зменшується приблизно в 600 разів.

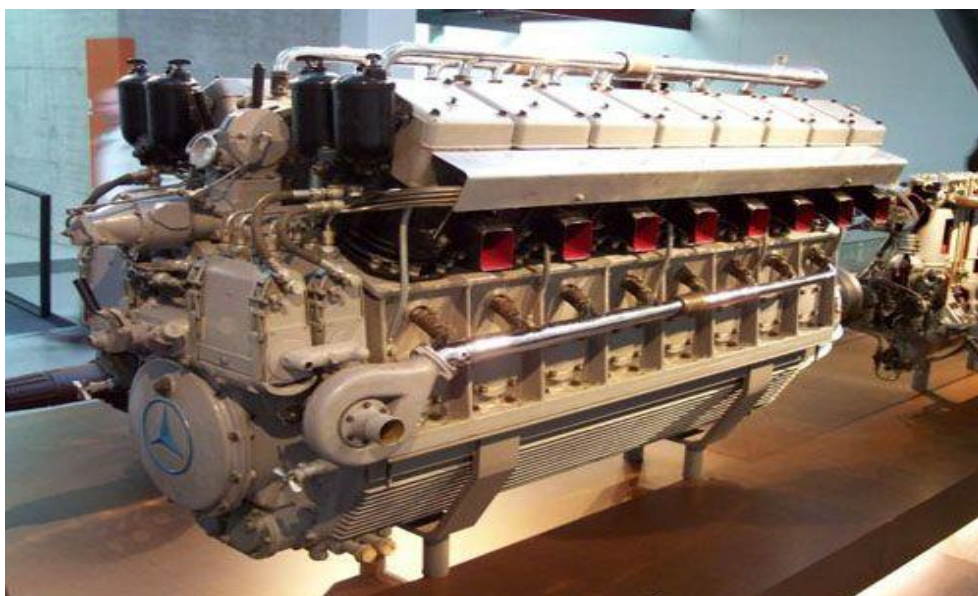
Перевезення зрідженого газу вимагає використання спеціальних криогенних цистерн, які здатні підтримувати необхідну температуру відповідної речовини. Перевага даного виду палива полягає в можливості доставити його в ті місця, куди проблематично провести звичайні газові трубопровідні магістралі [40].



### 3.5 Удосконалення двигунів внутрішнього згоряння

Двигун внутрішнього згоряння — тип двигуна, теплова машина, в якій хімічна енергія палива, що згоряє в робочій зоні, перетворюється на механічну роботу. ККД = 10–42%.

Нарівні з електричним двигуном двигун внутрішнього згоряння є одним із найпоширеніших типів двигунів. Найчастіше він використовується у транспортних засобах: автомобілях, мотоциклах, поїздах, авіації, водному транспорті тощо. Двигуни внутрішнього згоряння (рис.3.9) застосовуються також в автономних електричних генераторах для виробництва електроенергії.



*Рисунок 3.9 – Двигун внутрішнього згоряння*

Назва двигуна внутрішнього згоряння пов'язана з тим, що, на відміну від парової машини, горіння відбувається в закритій камері, в яку спеціально сконструйованими системами подається рідке або газоподібне паливо та повітря, кисень у складі якого, виконує роль окисника. Гарячі гази, що утворюються при згорянні палива, створюють значний тиск, енергія якого перетворюється у механічну роботу.

У двигунах внутрішнього згорання процеси згорання палива, виділення теплоти й перетворення її в механічну енергію відбуваються безпосередньо у середині двигуна. До двигунів внутрішнього згорання належать:

- поршневі та роторно–поршневі двигуни;
- газові турбіни;
- реактивні двигуни.

Найекономічнішими є поршневі двигуни внутрішнього згорання. Основним недоліком цих двигунів є наявність кривошипно–хитунового механізму, що ускладнює конструкцію й обмежує можливість підвищення частоти обертання.

Удосконалення двигунів внутрішнього згорання (двз)

Вдосконалення існуючих двигунів проводиться за такими основними напрямками:

- поліпшування системи запалювання;
- зміна процесів подачі палива в циліндри двигуна;
- встановлення додаткових приладів, які зменшують вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах.
- оптимізації робочого процесу;
- застосування інтелектуальних систем керування силовими установками автомобілів,
- утилізації теплоти та нейтралізації токсичних компонентів відпрацьованих газів
- застосуванням альтернативних джерел енергії для двигунів внутрішнього згорання (газогенератори, паливні елементи) та використанням екологічних палив (стиснутий або зріджений газ, етанол, водень, біодизель);
- використанням альтернативних силових установок (СУ) для автомобільних транспортних засобів (електродвигуни, гідравлічні двигуни, інерційні двигуни тощо), які не забруднюють навколишнє середовище [40].

### 3.6 Застосування альтернативних видів палива

Ми використовуємо паливо всюди. Без палива ми не можемо завести машину, не зможемо засіяти поле, хоча і знаємо, що двигун внутрішнього згоряння залишає дуже токсичні вихлопи. Від цін за нафту часом залежить становище держави в світі, але ж це неправильно. Шкідливі вихлопи, що виходять в результаті використання нафтопродуктів, призводять до повільної але масштабної катастрофи, глобального потепління, яке за припущеннями багатьох вчених може забрати життя багатьох людей. Які альтернативи палива сьогодні бачать вчені?

*Заміна бензину.*

Ви вважаєте, що це неможливо? Використання в машинах іншої енергії, а не бензину не фантастика і сьогодні вже планується масштабне виробництво гібридних автомобілів.

Інтерес до виявленням альтернативного виду палива зокрема для вантажних, легкових та інших видів транспорту почав цікавити людство ще в минулому столітті, коли почалися перші розмови про глобальне потепління. Відомо, що нафта – це залежність багатьох держав, тому її невикористання може вирішити масу проблем як політичних, так і екологічних. На початку 90-х років минулого століття в США був прийнятий закон про впровадження і використання 8 видів палива. Якісь використовуються сьогодні, а якісь не здатні повністю замінити бензин чи дизельне паливо.

Розглянемо деякі приклади природного і біопалива.

1. *Природний газ.* Це альтернативний вид палива, він повністю згорає і практично ніякої шкоди навколишньому середовищу не завдає. Крім того, численні країни зараз можуть собі дозволити масштабне використання природного газу для будь-якого транспортного засобу. Для природного газу потрібно трохи нестандартний, спеціальний двигун, який вже розробляється вченими.



*Рисунок 3.10 – Електроенергія*

Електрика, по суті, розглядається так само як альтернативне джерело енергії. В даному випадку розробка вчених може бути спрямована на створення транспортного засобу, який буде працювати від вбудованих акумуляторних батарей або на паливних елементах. Транспортні засоби цілком можуть працювати від електричних батарей(рис.3.10). В даному випадку взагалі ніякої шкоди навколишньому середовищу не буде нанесено. Принцип: електрична енергія виробляється за рахунок електрохімічної реакції, одержуваної від з'єднання водню і кисню. Ніякого внутрішнього згоряння.

Він не буде, швидше за все, використовуватися в чистому вигляді. Як правило, вчені планують з'єднати водень (рис.3.11) з природним газом. Транспортний засіб при такому виді палива має мати двигун внутрішнього згоряння.

Використання пропану в якості палива. *Пропан* – це продукт після переробки нафти або природного газу. Пропан використовується як паливо для приготування їжі вже сьогодні, тому використання його в транспортних засобах, швидше за все, «не за горами». Пропан дає менше викидів в навколишнє середовище. Більш того, сьогодні пропан зручно поставляти і зберігати.



*Рисунок 3.11 – Водень*



*Рисунок 3.12 – Біодизель*

Дивно, але факт, в даному випадку мається на увазі використання рослинних масел і навіть тваринних жирів. Тут можна застосувати навіть ті жири, що перероблені і залишилися після приготування їжі. Біодизельне паливо(рис.3.12) вигідно. Воно прекрасно піддається розкладанню, без проблем функціонує і з вуглеводневим дизельним паливом. В даному випадку ми зможемо використовувати таке паливо, як в спеціальних двигунах, так і звичайних. Біодизельне паливо абсолютно нешкідливе.



*Рисунок 3.13– Метанол*

Метанол або деревний метиловий спирт. Підійде для транспортних засобів з універсальною паливною системою. Використання метанолу (рис.3.13) сьогодні вже спроектовано для палива М85. М85 має в складі більш 80% метанолу, решта – бензин. Ця суміш набагато вигідніше і безпечніше чистого нафтопродукту. Метанол в транспортному засобі можна буде використовувати в спеціальному універсальному метаноловому двигуні. Метанол цілком зможе замінити водень, який є джерелом роботи паливних елементів.



*Рисунок 3.14– Етанол*

7. *Етанол* або етиловий спирт. Вигідний для змішування з бензином. Етаноловий бензин(рис.3.14) менш безпечний, володіє високим октановим числом. Виробництво етанолу не складне, його в чистому вигляді можна

отримувати в результаті бродіння і дистиляції деяких зернових. Крім того, офіційно затверджено, що якщо паливо будь-якого виду містить більше 80% етанолу – це альтернативне джерело енергії. Наприклад, E85 – це паливо, суміш, що складається з 85% етанолу і 15% бензину. Сьогодні таке паливо вже використовується в транспортних засобах з універсальною паливною системою. Тобто такий транспортний засіб працює як на альтернативних видах палива, так і на звичайному паливі. E95 – паливна суміш, яка містить 90% бензину і 5% етанолу. E10 = 10% етанолу і 90% бензину такі паливні джерела придатні для того, що б поліпшити якість викидів, зменшити шкідливість, яка наноситься навколишньому середовищу, але по суті, це паливо альтернативним назвати складно. Якщо використовувати етанол, як джерело енергії для транспортного засобу, то це відкриває для людства широкі перспективи. Наприклад, величезна кількість фермерів захоче виробляти біоетанол, а це значить, що з'являться нові робочі місця, нові виробництва, при цьому ні про яку шкоду нашій планеті мови йти не може.

8. *Паливо серії Р.* До складу цього палива входять: етанол, газоконденсатна рідина, метилтетрагідрофуран (розчинник, отриманий з біомаси). Таке паливо володіє високим октановим числом. Причому зручність палива Р полягає в тому, що воно відмінно працює як в сумішах, так і в чистому вигляді [41].

### **3.7 Впровадження гібридних двигунів**

Гібридний двигун це система з двох двигунів, тобто електричного і бензинового. У залежності від режиму роботи може включатися бензиновий і електричний одночасно або окремо. Так при пересуванні по трасах включається бензиновий двигун, тому як акумулятора на трасі на довго не вистачить. Якщо автомобіль рухається в міському режимі, то тут вже використовується електродвигун, при розгоні або великих навантаженнях працюють обидва. Коли працює бензиновий двигун заряджається акумулятор. Такий двигун навіть

з урахуванням того, що в системі використовується бензиновий двигун, дозволяє скоротити шкідливі викиди в атмосферу на 90% і при цьому істотно знижується споживання бензину в місті (на трасі працює тільки бензиновий двигун, тому там економії немає).

Найголовніша перевага гібридного двигуна перед ДВС це зниження шкідливих викидів в атмосферу, приблизно на 40%. А так само гібридний двигун дозволяє економити паливо, такий двигун споживає 3–6 літрів палива на 100 км.

Так наприклад – в місті як ми всі знаємо багато світлофорів, постійно зустрічаються пробки, тому машині доводиться часто зупинятися і чекати перш ніж відновитися рух. Ось тут то і вигідний гібридний двигун, в той момент коли автомобіль стоїть, не працюють обидва двигуни, а коли автомобілю потрібно поїхати вмикається електричний двигун, якщо потім автомобіль набрав швидкість і потужності електричного двигуна не достатньо, включається бензиновий двигун.

У гібриді обидва двигуни працюють один на одного. ДВС крутить генератор і живить енергією електродвигун. Той, у свою чергу, дозволяє ДВС працювати без різких розгінних навантажень, в найбільш сприятливих режимах. Практично всі сучасні гібриди мають систему рекуперації (повернення енергії). Суть її в тому, що при гальмуванні або при русі машини накатом, електродвигуни починають крутитися від коліс і працювати як генератори, заряджаючи батарею. Звідси – менший знос, екологічність та економічність (особливо в міському циклі.) [42].

За ступенем гібридизації їх ділять на «помірковані», «повні» і plug-in. «Повний» в змозі рухатися лише на електриці, не споживаючи палива. «Поміркований» завжди задіює ДВС, а електромотор підключається, якщо потрібна додаткова потужність. Гібрид з підзарядкою (plug-in hybrid) – такий гібрид можна включати в розетку для підзарядки. У результаті володар подібного гібрида одержує всі переваги електричного автомобіля, без найбільшого недоліку: обмеженого пробігу на одному заряді. Коли



електричний заряд закінчується, підключається ДВС і автомобіль перетворюється в звичайний гібрид [43].

### 3.8 Електромобілі та сонячні автомобілі

Електромобіль — це автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів, а не двигуном внутрішнього згорання. Підвидами електромобіля вважаються електрокар (вантажний транспортний засіб для руху на закритих територіях) і електробус (автобус з акумуляторною тягою).

*Переваги електромобіля:*

- відсутність шкідливих вихлопів;
- простота конструкції і управління,
- висока надійність і довговічність екіпажної частини (до 20—25 років) порівняно із звичайним автомобілем;
- можливість заряджання від побутової електричної мережі (від розетки), але такий спосіб в 5—10 разів довший, ніж від спеціального високовольтного підзарядного пристрою;

Електромобіль — єдиний варіант вживання на легковому автотранспорті енергії АЕС, що виробляється, і електростанціями інших типів; масове вживання електромобілів змогло б допомогти у вирішенні проблеми «енергетичного піку» за рахунок заряджання акумуляторів в нічний час [44].

В даний час електромобілі набувають все більшої популярності, адже очевидно, що ринок електрокарів йде вперед величезними кроками. Можна зробити припущення про те, що незабаром вони потіснять автомобілі з двигунами внутрішнього згорання. Зараз на ринку існує багато марок і моделей електромобілів. Серед переваг електромобіля можна виділити:

- економія на паливі;
- мале забруднення навколишнього середовища;
- скасування для власників податків, плати за паркування та ін;

- після вдосконалення електромобілі зможуть заряджатися не тільки від мережі, але і від інших джерел;
- тиша — двигун працює беззвучно.



**Рисунок 3.15 – Сонячний автомобіль**

Автомобілі, обладнані сонячними панелями (рис.3.15), не потрібно заправляти, адже вони рухаються за допомогою енергії, отриманої від сонця.

Принцип роботи такого автомобіля, не дивлячись на її фантастичну назву, досить простий.

Сонячні батареї, перетворюючи енергію сонячного світла в електричну енергію, заряджають акумуляторні батареї. Ті, в свою чергу, з допомогою електродвигуна приводять у рух колеса автомобіля. Не треба говорити, що вночі автомобілі на сонячних батареях пересуваються за рахунок батарей, а вдень за рахунок енергії сонця.

Як би не розвивався цей напрямок розробки транспорту, автомобілі на сонячних батареях мають безліч позитивних якостей, здатних стати вироком транспорту з ДВС: необмежений ходовий запас на енергії, накопиченої протягом світлового дня; відсутність мережі заправних станцій; великий

робочий ресурс сонячної панелі; повна відсутність шкідливих викидів; безкоштовність енергії.



**Рисунок 3.16– Автомобіль на сонячних батареях**

Автомобілі на сонячних батареях(рис.3.16) є в програмі практично кожного великого автомобільного концерну. Крім того, ці ж концерни фінансують розробки в цій галузі невеликими конструкторськими бюро та колективами навчальних закладів. За оцінками фахівців, серійний електромобіль зможе з'явитися тільки тоді, коли сонячна батарея досягне коефіцієнта корисної дії у 50%. Тоді автомобілі на сонячних батареях зможуть успішно конкурувати з машинами, рушійною силою яких служать двигуни внутрішнього згорання.

#### Розробки нових проектів

Французька фірма Venturi має два проекту автомобілів на сонячних батареях, практично готових до випуску в серію: Ecletic і Astrolab. Ecletic має дах, розташованої на ній сонячної панелі і електродвигун потужністю 22 л/с, що дозволяє йому проїхати зі швидкістю 50 км/год близько 50 кілометрів. Більш досконалий примірник Astrolab здатний подолати 110 кілометрів і на окремих ділянках мати швидкість 120 км/год.



*Рисунок 3.17 – Сонце мобіль*

Нещодавно був представлений автомобіль( рис.3.17) на сонячних батареях, розроблений групою викладачів і студентів Університету Південної Австралії. Розгін до 100 км/год у моделі Trev становить 10 секунд, при максимальній швидкості 150 км/год. Пробіг понад 150 кілометрів йому забезпечує літєва батарея вагою 44 кілограми, що заряджається від сонячної панелі. Машина має 2 місця і досить об'ємний багажник. Техніка важить 270 кілограм, оснащений ефективним електричним приводом з низьким рівнем шуму і конструктивно може експлуатуватися на дорогах загального користування. Сонце мобіль позиціонується розробниками як міський транспорт найближчого майбутнього [44,45,46].

### ***Висновки***

Кількість викидів речовин–забрудників у атмосферне повітря рахує Державна служба статистики. 2015 року вона оцінила річний обсяг викидів у Дніпрі в 171 тону. 78% з них згенерували автомобільні вихлопи, 11% — підприємства енергетики, 6% — інші види транспорту і ще 5% — інші стаціонарні джерела забруднення. Концентрацію забрудників у повітрі моніторить Гідрометцентр. Він порівнює фактичні концентрації речовин з гранично допустимими, при яких виникає вплив на здоров'я людини. 2016 року Гідрометцентр зафіксував у Дніпрі перевищення гранично допустимих концентрацій діоксиду азоту, в середньому, у 3,2 рази; формальдегіду — у 1,9 разів.

Неофіційна статистика стверджує, що в Україні 70% автомобілів, які переробляють на використання газоподібного палива, переводять на скраплений газ, а стиснутий – лише для переобладнання комерційного транспорту (близько 80% від усього метанового автопарку).

### ***ГБО для скрапленого газу***

Переваги: порівняно невисока ціна ГБО; сьогодні в Україні ціна 1 л газу приблизно вдвічі нижча ціни бензину; функціонує велика кількість газозаправних станцій; балони за об'ємом наближаються до бензинових, вони легші й дешевші, ніж для стиснутого, крім того, вони бувають тороїдального типу (таблетка, бублик), тому можуть бути розташовані в ніші для запасного колеса, що дуже зручно.

### ***Переваги встановлення ГБО***

Основними перевагами встановлення ГБО є:

- зменшується вартість експлуатації автомобіля, оскільки газоподібне паливо дешевше за бензин;
- переведення автомобіля на газоподібне паливо не потребує змін у конструкції двигуна, достатньо встановлення самого обладнання;
- за роботи на газоподібному паливі не буває детонації (октанове число 100 – 115 од.), знижується рівень шуму на 2 – 3 дБ;
- збільшується міжремонтний пробіг у 1,5 рази, тому що газ не змиває плівку оливи зі стінок циліндрів, внаслідок чого зменшується спрацювання двигуна;
- збільшується у 1,5 – 2 рази термін роботи моторної оливи, бо вона не розріджується рідким паливом, що не згоріло, і повільніше втрачає свої експлуатаційні властивості;
- зменшується токсичність відпрацьованих газів (оксиду вуглецю вдвічі – втричі, оксиду азоту в 1,2 рази, вуглеводнів у 1,3 – 1,9);
- практика експлуатації автомобілів із встановленим ГБО свідчить, що за якісного переобладнання та своєчасного технічного обслуговування вони менш вибухонебезпечні, особливо в аварійних ситуаціях, порівняно з бензиновими,

оскільки, по–перше, газовий балон набагато міцніший, аніж бензобак, до того ж у ньому немає повітря. Тому небезпека займання значно менша. По–друге, загалом здатність до займання у газу нижча, ніж у бензину. Крім того, у ГБО значно вищий рівень захисту;

– комбінована система живлення (газ плюс бензин) дає змогу суттєво збільшити пробіг автомобіля між заправками.

Підсумовуючи сказане, зазначимо, що якщо у вас є можливість змінювати машини раз на рік, зв'язуватися із ГБО немає сенсу. Якщо ж ви маєте звичку користуватися автомобілем 5 – 10 і більше років, варто задуматися над встановленням ГБО.

Власники легкових автомобілів частіше обирають скраплений газ.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Аналіз шкідливих навколишніх факторів

Основні фактори шкідливого впливу виробництва ТО, ремонту рухомого складу та експлуатації автомобілів на лінії на оточуючу середу.

1 Забруднення атмосфери токсичними компонентами відпрацьованих газів, сажею, випареннями палива, мастильних та інших матеріалів;

2 Забруднення стічними водовідходами виробництва;

3 Забруднення ґрунту на території підприємства;

4 Створення шуму при його русі, робота двигуна.

Атмосферне повітря забруднюється автомобілями токсичними елементами, сажею їх відпрацьованих газів. Тому операції по передбаченню токсичності треба виконувати своєчасно і якісно.

Забруднення стічних вод може бути змиваємим у автомобіля мастилом, паливом, змиваємим з підлоги, отруєними речовинами.

Для запобігання забруднення передбачаються вимоги до постів змазки, утилізація горючих відходів, нейтралізація отруєних речовин, забезпечення герметичності систем живлення, змазки та ін.

Збільшений шум при русі автомобіля, роботі двигуна може бути з неякісного виконання прикріплених робіт, спалахів в глушителі, з поганого переключення передач та ін.

Техніка безпеки при технічному обслуговуванні та ремонті автотранспорту.

Технічне обслуговування й ремонт автомобілів виконують у призначених для цього місцях (на постах). На робочих місцях мають забезпечуватися безпечні умови для проведення робіт; обладнання, інструмент та прилади мають відповідати характеру виконуваної роботи й унеможливити травматизм.

Перед початком робіт з ремонту і технічного обслуговування автомобілів, робітник повинен переодягнути робочу форму одягу. Причому рукава повинні

бути застебнуті, на голову одягнений головний убір. На ноги одягнені черевики, щоб уникнути нанесення травми при падінні інструменту або деталей. Одяг зберігається в спеціальній шафі. Входить в цьому одязі в громадські місця та житлові приміщення забороняється.

Перед початком роботи під автомобілем, встановленому на посту технічного обслуговування, на видному місці винести табличку з написом «Двигун не пускати, працюють люди». Під колеса встановити упори, а автомобіль встановити на нижчу передачу. Необхідно перевірити немає витоку масла, палива, електроліту і охолоджуючої рідини.

За будь-яких роботах з технічного обслуговування і ремонту автомобілів–самоскидів з піднятим кузовом необхідно ставити упори, що оберігають кузов від самовільного опускання. Працювати не виконавши цієї вимоги категорично забороняється.

Під час роботи не класти інструмент і деталі на раму, підніжки та інші частини автомобіля, звідки вони можуть впасти на працюючого. Перебуваючи під автомобілем, не палити і не запалювати і не користуватися відкритим вогню.

Шиномонтажні роботи необхідно виконувати тільки у встановлених місцях, суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Накачувати змонтовану шину повітрям обов'язково в огороженні, оберігаючим від забитого місця при зриві замкового кільця.

Гальмівну систему перевіряти на спеціально відведеній площадці.

При роботі з бензином і охолоджувальною рідиною необхідно пам'ятати, що бензин – це вогненебезпечна речовина. Особливу обережність слід дотримуватися з тарою, так як при зіткненні з відкритим вогнем, наявні в тарі пари бензину запалюються й викликають вибух. Що міститься тетраетіл свинець в бензині є сильним отрутою. У разі потрапляння етилованого бензину на шкіру необхідно це місце промити спочатку гасом, а потім теплою водою з милом.

Пролиті на підлогу паливо, масло та інші паливно – мастильні матеріали



необхідно відразу прибрати на випадок виникнення пожежі, засипають піском або тирсою після чого його видаляють.

Робоче місце слюсаря з ремонту автомобілів має бути достатньо освітлене. Але освітлення має бути розташоване таким чином, щоб не засліплювало робітника.

Забороняється нарощувати ключі трубами та іншими підручними засобами. При складальних роботах забороняється перевіряти збіги отворів пальцем, для цього необхідно використовувати спеціальні борідки, ломики або монтажні гачки. Необхідно при ремонтних роботах користуватися тільки справним інструментом. Забороняється використовувати молотки з тріщинами на рукоятках, зубила зі сколами і т.д.

Під час розбирання та складання вузлів, агрегатів слід застосовувати спеціальні ключі і знімачі. Важко відвертаються гайки потрібно спочатку змочити гасом а потім відвернути ключем.

Також необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки. Обтиральні матеріали слід прибрати у спеціально відведений металевий ящик, з щільно закривається кришкою, а по закінченню роботи виносити у відведені місця для сміття.

Приміщення повинно мати загальну вентиляцію.

У приміщеннях для стоянки, ремонту і технічного обслуговування автомобілів повинні бути встановлені вогнегасники згідно встановлених норм. У приміщенні повинні обладнуватися пожежними щитами на якому знаходиться відро, багор, сокира. Крім того, повинні бути передбачені ящики з сухим піском, у кожного ящика повинна знаходитися лопата. При виникненні пожежі необхідно повідомити про це за телефоном 101 і приступити до гасіння пожежі.

Технічне обслуговування й ремонт приладів системи живлення, знятих з автомобіля, виконують у цеху (на дільниці). Біля ванни, для миття деталей системи живлення, біля верстаків для розбирання–складання, перевірки й регулювання приладів, а також біля токарного верстата ,мають бути

вентиляційні відсмоктування.

Забороняється проводити ремонт автомобілів з двигуном, який працює. При ремонті карбюраторних двигунів вимикається запалювання, дизельних — паливоподача.

При обслуговуванні та ремонті автомобілів, зв'язаних із зняттям паливних баків, а також ремонтом паливопроводів, через які може витікати пальне з баків, баки слід повністю звільнити від пального.

Зливати пальне слід у місцях, де неможливо його займання. Зберігати злите пальне на постах обслуговування та ремонту забороняється.

Зливати відпрацьовані оливи потрібно до металевих бочок або ємностей на окремих майданчиках.

Забороняється виконувати виробничі операції на обладнанні з несправностями, які можуть призвести до пожеж, а також при відключенні контрольно-вимірювальних приладів, за якими визначаються задані режими температур, тиску, концентрації горючих газів, пари та інші технічні параметри.

Для зберігання мастильних, лакофарбових, горючих і легкозаймистих матеріалів слід передбачати окремі, спеціально обладнані приміщення.

Використані обтиральні матеріали (промаслене клоччя, ганчір'я тощо) слід негайно прибирати до металевих ящиків із щільними кришками, а по закінченню робочого дня виносити з виробничих приміщень у спеціально відведені місця.

Регулювати системи живлення, запалювання, прилади газової системи живлення газобалонних автомобілів, а також ремонтувати та перевіряти газову апаратуру на герметичність дозволяється тільки в добре провітрюваному приміщенні при ввімкненій вентиляції або на відкритому майданчику.

Перед перевіркою (регулюванням) приладів електрообладнання на газобалонному автомобілі слід щільно закрити всі вентиля, перевірити герметичність газової системи живлення та старанно провітрити підкапотний простір. При проведенні на газобалонному автомобілі ремонту, зв'язаного з

виконанням зварювальних або фарбувальних робіт (включаючи штучне сушіння), газ із балонів потрібно випустити або злити на посту зливання газу, а балони слід дегазувати інертним газом.

Забороняється підтягувати різьбові з'єднання та знімати з автомобіля деталі газової апаратури та газопроводи під тиском.

Перед ремонтом автомобілів потрібно робоче місце для вогневих робіт очистити від горючих матеріалів, а горючі конструкції на відстані менше 5 м надійно захистити металевими екранами від займання.

Паяльні лампи слід тримати справними і не рідше одного разу на місяць перевіряти на міцність і герметичність із занесенням результатів і дати перевірки до спеціального журналу. Крім того, не рідше одного разу на рік слід проводити контрольні гідравлічні випробування тиском.

Лампи забезпечуються пружинними запобіжними клапанами, відрегульованими на заданий тиск, а лампи місткістю 3 л і більше – манометрами.

Заправляти паяльні лампи пальним і розпалювати їх слід у спеціально відведених для цього місцях. При заправці не допускати розливання пального та застосування відкритого вогню.

При зварюванні, газорізанні і паянні забороняється ставати до роботи при несправній апаратурі.

Заряджати акумуляторні батареї слід у приміщеннях, ізольованих від інших протипожежними стінками (перешкодами) з входом через тамбур-шлюзи. Виконувати інші роботи в цих приміщеннях забороняється.

Зарядні приміщення слід обладнати припливно-витяжною вентиляцією у вибухобезпечному виконанні.

Робота акумуляторного цеху при несправній припливно-витяжній вентиляції забороняється. У приміщенні заряджання акумуляторних батарей слід передбачити механізм припинення процесу заряджання при вимкненні вентиляції.

Для освітлення приміщення зарядки слід застосовувати лампи

розжарювання у вибухозахисному виконанні.

Електромережу для освітлення слід виконувати в захисній кислототривкій чи луготривкій оболонці.

Електродвигуни, випрямлювачі, запобіжники, вимикачі, розетки слід встановлювати в приміщенні, ізольованому від приміщень зарядки акумуляторних батарей.

Акумуляторні батареї, встановлені для зарядки, з'єднують між собою тісно прилеглими пружинами або затискачами для кислотних батарей чи плоскими наконечниками для лужних батарей, які мають надійний електричний контакт для запобігання іскроутворенню.

Підключення та відключення акумуляторних батарей на зарядження слід проводити тільки при вимкненому зарядному пристрої.

Зарядження акумуляторних батарей слід проводити при відкритих пробках.

Для нагляду за акумуляторними батареями використовуються переносні лампи у вибухозахисному виконанні.

При ремонті шин роботи з приготування та нанесення гумового клею на склеювані поверхні слід проводити в ізольованому приміщенні з негорючими огорожувальними конструкціями біля зовнішньої стіни.

У приміщенні, де шини промащуються гумовим клеєм, забороняється вести роботи з вогнем або такі, що дають іскри.

Інструмент для приготування та нанесення клею має бути виконаний з матеріалу, який унеможливує іскроутворення.

Робочі столи слід обшити гладкими листами з кольорового металу, заземлити й обладнати місцевою вентиляцією.

У виробничих приміщеннях допускається зберігання бензину та клею в кількостях не більше змінної потреби. Тримати їх слід в закритому посуді, відкриваючи його за потребою.

Забороняється зберігати бензин, клей та інші легкозаймисті та горючі матеріали поблизу вулканізаційних установок.

Електрообладнання установок шиноремонту та арматура електричних світильників повинні бути у вибухозахищеному виконанні та заземлені; приміщення слід обладнати припливно–витяжною вентиляцією.

Комплекс шкідливих виробничих факторів класифікується за природою дії на організм людини на наступні групи:

1 – фізичні фактори:

- загазованість повітря робочої зони,
- його підвищена або знижена температура,
- відносна вологість,
- недостатня або надмірна освітленість робочої зони,
- шуму,
- вібрації,
- підвищена напруга в електричному ланцюзі,
- замикання якого може відбутися через тіло людини та ін.

2 – хімічні фактори:

- Пил
- Аміак
- Діоксин азоту
- Формальдегід
- Оксид азоту
- Фенол
- Оксид вуглецю і т.д.

3 – психофізичні фактори:

фізичні перевантаження й нервово–психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносяться: статичні, динамічні перевантаження, гіподинамія. До нервово–психічних – розумове перенапруження, монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруження органів чуття [47].

## 4.2 Інженерно–технічні заходи

1. До роботи слюсарем по ремонту автомобілів допускаються обличчя, не моложе 18–ти років, що пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, атестовані кваліфікаційною комісією і имеющие посвідченням про присвоєння кваліфікації.

Повторна перевірка знань слюсарями по ремонті автомобілів проводиться не рідше 1–го разу в рік екзаменаційною комісією підприємства.

Перед допуском на роботу слюсар повинний пройти вступний інструктаж і первинний інструктаж по техніці безпеки. Повторний інструктаж проводиться 1 раз у 3 місяці.

2. Допуск до самостійної роботи оформляється розпорядженням по службі після проходження навчання по індивідуальній програмі, видачі посвідчення про перевірку знань за Правилами охорони праці на автомобільному транспорті, Правилам безпечної роботи з інструментами і пристосуваннями, Інструкції з надання першої допомоги потерпілим у зв'язку з нещасливими випадками, дійсної інструкції, проходження стажування під контролем досвідченого автослюсаря–наставника, а також після одержання спецодягу.

- Костюм х/б –12 місяців
- Рукавиці комбіновані –3 місяці
- Черевики шкіряні –12 місяців

Узимку додатково:

- Куртка х/б на утепленій підкладці –36 місяців
- Штани х/б на утепленій підкладці – 36 місяців
- Валянки –36 місяців

3. Авто слюсар, прийнятий на роботу, повинний строго виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, повинний знати фактори шкідливих і небезпечних робіт, зв'язаних з його професією, до яких відносяться:

- токсичність(ГСМ, кислоти, лугу, запыленность, загазованість);

- електробезпечність при роботі на устаткуванні і з пристосуваннями;
- обертові вузли і деталі;
- вибухонебезпечні і пожароопасные речовини і вузли;
- температурний режим;
- освітленість.

4. Слюсар по ремонті автомобілів зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, що дозволена адміністрацією. Без дозволу адміністрації й інструктажу робити роботу, що не входить в обов'язку слюсаря по ремонті автомобілів, забороняється.

5. Під час роботи бути уважним, не займатися сторонніми справами, не відволікати увага інших.

6. На території дотримувати наступні правила:

- бути уважним до сигналів водіїв транспорту, що рухається;
- ходити по тротуарах, доріжкам, мостам і переходам, дотримуючи правої сторони [48].

### **4.3 Пожежна профілактика**

Забезпечення пожежного захисту розглядається як невід'ємна складова частина діяльності по охороні життя та здоров'я людства та оточуючої природної середовища.

Правову основу діяльності в області пожежної безпеки складають Конституція України, закон України “О пожежної безпеці”.

Велика частина власників, які витратили серйозні суми на придбання свого автомобіля, мало замислюються про пожежну безпеку транспортного засобу, в той час як загоряння не є рідкісним явищем.

Основними причинами виникнення вогнищ полум'я в легкових і вантажних автомобілях є:

- технічні проблеми з основним або допоміжним електроустаткуванням і проводкою. До виникнення аварійних ситуацій може призвести коротке замикання, тривалий перевищення нормативних показників

напруги через помилки в роботі джерел живлення, короткострокова перевантаження мережі, що виникла через використання обладнання з великим енергоспоживанням;

- помилки при монтажі електрообладнання. Вони можуть бути викликані нештатним використанням запобіжних систем автомобіля, невірно підібраними ізоляційними матеріалами або перетином провідників, порушеннями, допущеними при монтажі;

- дорожньо–транспортна пригода;
- умисний підпал.

Якщо ви виявили вогнище загоряння або задимлення в своєму автомобілі – негайно зупиніться, заглушіть двигун і поставте машину на ручне гальмо. Роз'єднувач електричну мережу автомобіля, вийнявши ключ із замка запалювання. Визначте ваше поточне місце розташування і викличте фахівців Державної служби з надзвичайних ситуацій. Всіма силами спробуйте не допустити витоку бензину або дизельного палива з бензобака – поширення паливно–мастильних речовин може стати причиною великої пожежі.

Головним засобом пожежогасіння для автомобіля є вогнегасник – згідно Правил пожежної безпеки України ними повинні бути обладнані всі автомобілі в не залежності від марки і функціонального призначення. Через те, що транспортні засоби мають внутрішні електромережі та використовують паливно–мастильні матеріали, застосування водних та пінних вогнегасників неприпустимо. Автомобільні вогнегасники повинні містити в якості гасячого речовини порошок або склади з газу.

Порошкові моделі використовують викидається під тиском порошок для припинення доступу кисню до вогнища спалаху і зниження температури. Витіснення туша суміші з балона відбувається за рахунок газу, що закачується під тиском або виробляється в результаті хімічної реакції. Недоліком таких моделей є забруднення салону автомобіля – матеріал обробки буде забруднений порошком, який важко відмити або вичистити.

Газові вогнегасники більш зручні – вони використовують вуглекислоту



або спеціальні хладонові з'єднання в якості гасячого кошти. Газ заміщає кисень і призводить до загасання процесу горіння. Газові вогнегасники також мають свої недоліки – вуглекислота в замкнутому просторі автомобільного салону може бути небезпечна для людини, а необережний дотик може викликати обмороження шкірного покриву. Вуглекислий газ, перебуваючи в зрідженому стані під тиском, вириваючись з сопла, різко збільшує свій обсяг ефективно знижуючи температуру не тільки вогнища загоряння, але і навколишнє.

Вага автомобільного вогнегасника повинен становити не менше двох кілограм, а об'єм не менше двох літрів, так як менша кількість гасячого речовини може бути недостатнім для ефективного придушення пожежі. Вогнегасник повинен мати на корпусі спеціальне маркування із зазначенням типу, маси, технічних умов застосування та іншої необхідної інформації. [49].

#### **4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Відповідальність за пожежний інвентар та первинні засоби пожежогасіння, які знаходяться в виробничих приміщеннях, складах несуть відповідальність начальники дільниць, цехів, відділень та інші відповідальні лиця.

Використання пожежного інвентарю та обладнання, не пов'язане з пожежегасінням категорично забороняється.

Пожежні крани у всіх приміщеннях повинні бути оснащені рукавами та стволами, заключені в шафи, які повинні бути закриті та опломбовані. Приміщення для ремонту, обслуговування та зберігання автомобілів повинні бути забезпечені пінними та вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі приміщення, крім того в цих приміщення встановлюються ящики з піском з розрахунку один ящик місткістю 0,5м<sup>3</sup> на 100м<sup>2</sup> площі, або не менш одного ящика на кожне приміщення.

Забороняється загромаджувати територію СТО сторонніми речовинами: ворота, під'їзні шляхи до пожежних кранів, до міст пожежного інвентарю та обладнання, збільшувати кількість автомобілів більш норми [50].

## РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

### 5.1 Розрахунок капітальних витрат

І так, за технічними даними всіх систем ГБО встановлюються на легкові автомобілі сказано наступне:

1. Системи ГБО 4 і 5 покоління (саме такі і встановлюють на автомобілі зараз) мають різницю у витраті між бензином і газом на 10–20% більше по відношенню до першого. Що вважається абсолютно нормально в роботі системи.

2. Витік газу із системи дорівнює нулю, за умови установки ГБО на сертифікованій станції.

Тепер перейдемо безпосередньо до математичної частини рішення задачі. Пропоную виконати серію різних розрахунків для того, щоб на 100% переконатися у вірності розрахунків окупності системи.

#### Розрахунок №1

Цей розрахунок буде найпростішим з даними зручними для розуміння ходу розрахунку.

У цьому розрахунку ми розрахуємо вже окупність на реальних цифрах на поточний момент часу, стосовно моєї машині і моєму комплекту ГБО.

Вступні дані станом на **02.01.2014** р. [51]:

1. Вартість 1 літра бензину дорівнює 11.19 гривням.
2. Вартість 1 літра зрідженого газу дорівнює 6.57 гривням.
3. Різниця між споживанням бензину і скрапленого газу дорівнює на 20% більше по відношенню до першого.
4. Автомобіль споживає на 100 км 8,25 літрів бензину в змішаному режимі (колись заміряв по заправкам за 60 000 км пробігу в змішаному режимі 80% місто, 20% траса).
5. Вартість мого ГБО BRC SEQUENT MY 24.11 з установкою 7800 грн. – посилання на комплект ГБО.

Вступні дані маємо, перейдемо до розрахунків.

Спочатку дізнаємося, на скільки більше треба буде витратити автомобілю газу, для проходження такого ж відрізка шляху на бензині. З поставленого завдання ми бачимо, що для проходження 100 кілометрів автомобілю знадобитися 8,25 літрів бензину, а так само ми знаємо, що скрапленого газу для проходження цього ж відстані, але на газу автомобілю знадобитися на 20% більше палива. З чого випливає:

$$8,25 \text{ літрів} + 20\% = 9,9 \text{ літрів зрідженого газу. (1)}$$

З чого випливає, що для проходження тих же 100 кілометрів автомобілю знадобитися скрапленого газу 9,9 літрів. Далі розраховуємо різницю витрачену придбання бензину та скрапленого газу:

1. Витрати на придбання палива на 100 км.

$$8,25 \text{ литров бензина} * 11.19 \text{ грн. за литр} = 92,32 \text{ грн. (2)}$$

$$9,9 \text{ литров сжиженного газа} * 6.57 \text{ грн. за литр} = 65,04 \text{ грн. (3)}$$

2. Різниця витрачених грошей на паливо на 100 км.

$$92,32 \text{ грн. (Бензин)} - 65,04 \text{ грн. (Зріджений газ)} = 27,28 \text{ грн. (Економія)}$$

(4)

І так ми отримали цифри на сухому математичному мові, які говорять самі за себе. Закінчимо розрахунок окупності ГБО до пробігу автомобіля. Економія на 1 кілометрі складає:

$$27,28 \text{ грн.} / 100 \text{ км} = 0,2728 \text{ грн.} / \text{Км.} = 27 \text{ коп} / \text{км. (5)}$$

Вважаємо економію на 1000 кілометрах пройдених на газу.

$$1000 \text{ км} * 0,27 \text{ грн.} = 270 \text{ грн. (6)}$$

Розраховуємо кілометраж, який необхідно проїхати для того щоб окупити установку системи ГБО, вартість ГБО – 7800 грн.

$$7800 \text{ грн.} / 0,27 \text{ грн.} = 28 \text{ 888,88 кілометрів (7)}$$

І так по нашим вступним даними окупність системи ГБО склала 28 888,88 кілометрів.

## 5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Розрахунки все одно не показують до кінця повну картину окупності системи ГБО на автомобілі з тієї причини, що в розрахунках не враховано наступне:

- вартість технічного огляду та заміна витратних матеріалів газового обладнання кожні 15 тис. Км .;
- інфляція вартості палива, але цей показник можна опустити, так як залежність вартості газу від бензину в основному завжди зберігається незмінною, і якщо вона і змінюється, то на невеликий період часу.

І так розрахунок №2 повинен нас наблизити максимально близько до реальної цифри пробігу автомобіля до окупності установки системи ГБО [52].

### Розрахунок №2

Вхідні дані:

- Вартість гарантійного газового ТО кожні 15 тис. В середньому становить 400 грн. (На жаль, але 3 роки або 100 000 км офіційної гарантії).
- Вартість планових ТО кожні 10 – 15 тис. Не вважаємо, так їх ми б робили і без установки ГБО.

## 5.3 Розрахунок економічного ефекту від запропонованого рішення

Власне сам розрахунок:

Витрати на ТО складуть в сукупності 2 ТО для ГБО (кожні 15 000 км), так як пробіг окупності становить 28 888,88 кілометра, як видно з формули 7.

До витрат на установку ГБО: 7800 грн., Додаємо сумарні витрати на проходження 2 ТО для ГБО за 28 888,88 км пробігу:

### 5.4 Розрахунок терміну окупності

$$7\ 800\ \text{грн.} + 2\ \text{рази} * 400\ \text{грн.} = 8\ 600. \quad (8)$$

Знаючи середню вартість економії на 1 кілометрі, розраховану у формулі 5, розраховуємо окупність системи за формулою 7:

$$8\ 600. / 0,2728\ \text{грн.} = 31\ 524,93\ \text{кілометрів} \quad (9)$$

Додаємо до отриманого результату, який показує чисту їзду тільки на газу, 20% на витрати по бензину (пам'ятаєте спочатку):

$$37\ 023,46\ \text{км} + 20\% = 37\ 829,91\ \text{кілометрів (10)}$$

### **ВИСНОВКИ:**

Провівши всі розрахунки видно, що окупність установки системи ГБО на автомобіль з 4 циліндровим двигуном складе 37 829,91 кілометрів (в ідеалі), що в свою чергу при середньому річному пробігу в 20 000 км, складе трохи менше 2 років.

В середньому в день на автомобілі проїжджаємо в районі 100 кілометрів, з чого випливає, що в місяць пробіг складе 3 тисячі кілометрів, що цілком нормально і реально в нинішній час. Отримуємо такі цифри:

$$1\ \text{місяць} = 3\ 000\ \text{км (11)}$$

Для того щоб порахувати час окупності беремо дані з формули 10 і ділимо їх на дані в кілометрах з формули 11 і отримуємо час окупності системи ГБО в місяцях.

$$37\ 829,91\ \text{км} / 3000\ \text{км} = 12,61\ \text{місяць (12)}$$

Округливши отримані дані у формулі 12 в більшу сторону, отримуємо, що окупність установки системи ГБО для 4 циліндрового двигуна складе 13 місяців, за умови, що пробіг в місяць складе 3000 км.

Використовувався приклад для розрахунку з сайту [www.avto-city.com.ua](http://www.avto-city.com.ua)

Пробіг: 140439 км.

У автомобілів переведених на скраплений газ рівень викидів формальдегіду та діоксиду азоту значно нижчий.

## ВИСНОВКИ

У наш час автотранспорт є основним джерелом забруднення повітря у великих містах. Кількість автомобілів зростає з кожним днем, що робить наше навколишнє середовище ще гіршим. Проведений аналіз літературних джерел, щодо проблеми викидів автотранспорту, дозволив дійти висновку, що під час роботи автомобільних двигунів внутрішнього згоряння виділяється більше 1000 різних шкідливих речовин, які негативно впливають на людину і довкілля.

Концентрацію забрудників у повітрі моніторить Гідрометцентр. Він порівнює фактичні концентрації речовин з гранично допустимими, при яких виникає вплив на здоров'я людини. 2016 року Гідрометцентр зафіксував у Дніпрі перевищення гранично допустимих концентрацій діоксиду азоту, в середньому, у 3,2 рази; формальдегіду — у 1,9 разів.

Кілька разів протягом року фіксувалися перевищення граничних концентрацій завислих речовин, оксиду вуглецю та фенолу. Показники решти речовин перебували в межах допустимих концентрацій.

Концентрації речовин у повітрі не є постійними. Протягом 2016 року у Дніпрі найбільше змінювався рівень забруднення формальдегідом та діоксидом азоту. Два піки зафіксовані у квітні і липні.

Таке збільшення концентрацій пов'язане зі специфічними метеорологічними умовами: високим атмосферним тиском, безвітряністю і температурною інверсією (явище, при якому приземний шар повітря є холоднішим, ніж верхні шари). Забруднене повітря не може піднятися і розсіятися у верхніх шарах атмосфери, тому забрудники накопичуються у приземних шарах. Виникає смог. 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. Хорошими засобами збереження чистоти атмосферного повітря є заміна у

виробничих процесах шкідливих речовин на менш токсичні, створення нових замкнених технологічних ліній, що працюють без викидів у атмосферу, безвідходне використання природних ресурсів, застосування ефективних фільтрів.

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.

Для захисту атмосферного повітря від забруднень автотранспортом велике значення мають заходи по плануванню та розбудові міських поселень. Зокрема озеленення автомагістралей, зонування жилих масивів, створення різнорівневих транспортних розв'язок, кільцевих доріг, використання підземного простору для розміщення автостоянок, гаражів, створення швидкісних автомагістралей, санітарно–захисних зон.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Урбоекологія та техноекоекологія. Режим доступу [https://pidruchniki.com/68546/ekologiya/avtomobilniy\\_transport](https://pidruchniki.com/68546/ekologiya/avtomobilniy_transport) Загол. з екрану
2. Койлов В.Г. Семенов А.П. Белан А.Е. Транспорт и охрана природы. – Днепропетровск: Промінь, 1984.
3. Справочная энциклопедия дорожника. Том II. Ремонт и содержание автомобильных дорог /под. ред. А.П. Васильева. – М, 2004. – 791 с.
4. Степанчук О.В. «Методи створення і ведення транспортно–екологічного моніторингу в великих і найбільших містах». – К.: КНУБА, 2004. – 133 с.
5. Аналіз забруднення автомобільним транспортом атмосферного повітря» О. Федевич, Н. Ступницька (Львів, УКРАЇНА) Інститут сталого розвитку ім. В.Чорновола, Національний університет «Львівська політехніка» стор.95–96
6. Вукалович М. П., Алтунин В. В. Теплофизические свойства двуокиси углерода. — М.: Атомиздат, 1965. — 456 с.
7. Деркач Ф. А. Хімія. — Львів : Львівський університет, 1968. — 312 с.
8. Дим // Словник – довідник з екології : навч.–метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапшина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 67.
9. В. І. Саранчук, М. О. Ільяшов, В. В. Ошовський, В. С. Білецький. Основи хімії і фізики горючих копалин. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. — с. 600. ISBN 978–966–317–024–4
10. В. І. Саранчук, М. О. Ільяшов, В. В. Ошовський, В. С. Білецький. Основи хімії і фізики горючих копалин. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. — с. 600. ISBN 978–966–317–024–4
11. АЛЬДЕГІДИ: ЇХ БУДОВА, ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ. <https://www.poznavayka.org/uk/himiya-2/aldegidi-yih-budova-fizichni-ta-himichni-vlastivosti/>– Загол з екрану.



12. НАУКА И ЖИЗНЬ/Архив журнала «НАУКА И ЖИЗНЬ»  
<https://www.nkj.ru/archive/articles/5206/> –Загол. з екрану

13. [https://pidruchniki.com/1584072041610/ekologiya/promislova\\_ekologiya](https://pidruchniki.com/1584072041610/ekologiya/promislova_ekologiya)  
«Промислова екологія» Друге видання , С.О. Апостолюк, Г.В.Сомар. Загол. з екрану.

14. <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/bjd/24277/> «Вібрації та коливання автомобіля» Загол.з екрану.

15. Вібрації на автотранспорті  
[https://pidruchniki.com/92915/ekologiya/vibratsiyi\\_avtotransporti](https://pidruchniki.com/92915/ekologiya/vibratsiyi_avtotransporti) Загол. з екрану.

16. Електромагнітне випромінювання автомобілів  
[https://pidruchniki.com/92916/ekologiya/elektromagnitne\\_viprominyuvannya\\_avtomobiliv](https://pidruchniki.com/92916/ekologiya/elektromagnitne_viprominyuvannya_avtomobiliv) –Загол.з екрану.

17. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: Підручник. — К.: Арістей, 2006. — 476 с. — ISBN 966–8458–26–5

18. Головні екологічні проблеми та шляхи їх вирішення URL: [eco.com.ua/.../golovni-ekologichniproblemi-ta-shlyakhi-ik](http://eco.com.ua/.../golovni-ekologichniproblemi-ta-shlyakhi-ik).–Загол.з екрану.

19. Головні екологічні проблеми та шляхи їх вирішення URL: [eco.com.ua/.../golovni-ekologichniproblemi-ta-shlyakhi-ik](http://eco.com.ua/.../golovni-ekologichniproblemi-ta-shlyakhi-ik)– Загол.з екрану.

20. Довкілля і екологія URL: <http://stattitablohy.ezreklama.com/Dovkillia-Iekologhiia/813iekologichnii-stan-dnipropietrovshchini.html>– Загол.з екрану.

21. Атмосферні забруднення та їх вплив на здоров'я URL: <http://narodna-osvita.com.ua/5804-atmosfernzabrudnennya-ta-yih-vpliv-na-zdorovya-vplivtransportu-na-navkolishnye-ssrsdovtcs-ta-zdorovyavpliv-zabrudnennya-runtv-na-zdorovya.html>– Загол.з екрану.

22. Екологія міста <http://www.nature.dp.ua/add2.htm>– Загол.з екрану.

23. Екологічні проблеми великих міст URL: <http://buklib.net/books/23629/>– Загол.з екрану.

24. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та

захисту довкілля URL : <http://https://menr.gov.ua/news/31778.html/> eb/. Загол. з екрана.

25. Луканин В.М. Промислово–транспортна екологія: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / ВМ. Луканин, Ю.В. Трофименко – К.: Вища школа, 2001. – 273с.– Загол. з екрана.

26. В Україні зросла кількість автомобілів на тисячу осіб [Електронний ресурс] / Сайт [gazeta.ua](http://gazeta.ua). – 2016. – Режим доступу: [http://gazeta.ua/articles/avto/\\_v-ukrayini-zrosla-kilkist-avtomobiliv-natisyachu-osib/680260](http://gazeta.ua/articles/avto/_v-ukrayini-zrosla-kilkist-avtomobiliv-natisyachu-osib/680260).– Загол. з екрана.

27. Токсичність свинцю і його сполук [https://pidruchniki.com/71217/ekologiya/toksichnist\\_svintsyu\\_yogo\\_spoluk](https://pidruchniki.com/71217/ekologiya/toksichnist_svintsyu_yogo_spoluk)–Pfujk/p –Загол.з екрану.

28. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Стор.6–11.

29. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Стор.6–16,181–185

30. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Стор.6–16,181–185.

31. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Стор.6–16,181–185

32. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2012–2016 рр. Міністерство енергетики та захисту довкілля. Стор.6–16,181–185

33. Посібник для розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище(до ДБН А.2.2–1–2002).– Харків: 2002.– 220 с.

34. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни: Підручник. — К.: Арістей, 2006. — 476 с. — ISBN 966–8458–26–5.

35. Жележко Б. Е. и др. Термодинамика, теплоотдача и двигатели внутреннего сгорания. — Минск: Высшая школа, 1985. — 271 с.

36. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. — Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин.

37. «Заміна складу альтернативного палива» <https://i.factor.ua/ukr/law-312/section-1100/article-16012/>—Загол.з екрану.

38. Саблин О. И. Анализ качества рекуперированной электроэнергии в системе электрического транспорта / О. И. Саблин // Вестник НТУ«ХПИ». — Харьков, 2013. — Вип. 38. — С. 186–189.

39. «Переведення автомобілів на скраплений газ» <https://www.google.com.ua/search>— Загол.з екрану.

40. Удосконалення двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) [https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/iebmd/severin\\_priodoohoronni\\_tehnologii/8-2.html](https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/iebmd/severin_priodoohoronni_tehnologii/8-2.html)— Загол.з екрану.

41. Рубежняк І. Г. Біопаливо другого покоління : перспективи виробництва і використання в Україні / Вісник Національного транспортного університету Науковий журнал, 2009, № 19, ч.2

42. Поліщук В. М. Застосування біопалив для дизельних двигунів / В. М. Поліщук, С. В. Драгнев, І. І. Убоженко, М. Ю. Павленко, О. В. Поліщук // Науковий вісник національного аграрного університету. — К.: НАУ, 2008. — № 125. — С.315—318.

43. Гібридні автомобілі <https://www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/gibridnye-avtomobili-vekovaya-istoriya-303386.html>— Загол.з екрану.

44. Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Центер Б.И., Богомазов В.А. Электромобиль: техника и экономика. — Л.: Машиностроение, 1987. — 253 с.

45. Жук А.З., Клейменов Б.В., Фортов В.Е., Шейндлин А.Е. *Электромобиль на алюминиевом топливе.* — М.: Наука, 2012. — 171 с. — ISBN 978-5-02-037984-8.

46. Автомобілі на сонячній енергії <https://alternative-energy.com.ua/uk/avtomobili-na-sonyachnij-energi%97-nabuvayut-populyarnosti/> –Загол.з екрану.

47. Охорона праці та навколишнього середовища <https://studfile.net/preview/5010344/> –Загол.з екрану.

48. Інженерно-технічні заходи <http://artengineering.com.ua/home/tehnogenna-bezpeka/rozrobka-inzhenerno-tehnicnih-zahodiv-tsivilnogo-zahistu-itz-tsz/> – Загол. з екрану.

49. Пожежна профілактика <https://studfile.net/preview/5412659/page:82/> стор.107. –Загол. з екрану.

50. Заходи по забезпеченню безпеки при надзвичайних ситуаціях» [https://studme.com.ua/15451016/bzhd/meropriyatiya\\_obespecheniyu\\_bezopasnosti\\_pri\\_chrezvychnykh\\_situatsiyah\\_tehnogennogo\\_haraktera.htm](https://studme.com.ua/15451016/bzhd/meropriyatiya_obespecheniyu_bezopasnosti_pri_chrezvychnykh_situatsiyah_tehnogennogo_haraktera.htm) – Загол.з екрану.

51. The «ОККО» network joins the nationwide cleaning of Ukraine Взято з джерела [okko.ua/uk/network-of-filling-stations](http://okko.ua/uk/network-of-filling-stations)

52. Розрахунок капітальних витрат [https://studopedia.su/13\\_121857\\_rozrahunok-kapitalnih-vitrat-proektu.html](https://studopedia.su/13_121857_rozrahunok-kapitalnih-vitrat-proektu.html) – Загол.з екрану.