

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури

**Пояснювальна записка**  
**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**  
(тип кваліфікаційної роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему «Еволюційний розвиток екологічної безпеки автомобіля»

XAI.107.143т.21В.274.1701094 ПЗ

Виконав: здобувач 2 курсу групи № 163т

Галузь знань 27 Транспорт

(код та найменування)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код та найменування)

Освітня програма Автомобілі та автомобільне

господарство

(найменування)

Коротич А.В.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: Мигаль Г.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Аргун Ш.В.

(прізвище та ініціали)

Харків– 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить 66 сторінок, 7 таблиць, 10 джерел.

Метою дипломного проекту є вирішення екологічних проблем спричинених експлуатацією автомобілів, оснащених двигунами внутрішнього згорання.

У першому розділі досліджено історію виникнення двигунів внутрішнього згорання та проведено порівняння ДВЗ із альтернативними видами двигунів.

У другому розділі було розглянуто класифікацію екологічних норм, та запропоновано методи покращення екологічних характеристик автомобільних двигунів внутрішнього згорання.

## ABSTRACT

The diploma project contains 66 pages, 7 tables, 10 sources.

The purpose of the diploma project is to solve environmental problems caused by the operation of cars equipped with internal combustion engines.

The first section examines the history of internal combustion engines and compares internal combustion engines with alternative types of engines.

In the second section, the classification of environmental standards was considered, and methods for improving the environmental characteristics of automotive internal combustion engines were proposed. the purpose of diploma project modernization of car of leader of flights

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ.....	5
1.1.Історія виникнення ДВЗ.....	5
1.2.Різновиди двигунів автомобіля. Альтернативні види двигунів. ....	6
1.3.Порівняння ДВЗ із альтернативними видами двигунів. ....	10
1.4. Рівні технічного стану автомобілів та екологічної безпеки. ....	13
РОЗДІЛ 2. ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ. ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЮ. ....	23
2.1 Загальні стандарти екології транспорту. (Європейські стандарти) .	23
2.2.Види випробувальних циклів автомобілів .....	37
2.3.Методи покращення екологічних характеристик автомобільних двигунів. ....	43
2.4.Процеси утворення та склад шкідливих речовин при роботі двигунів. ....	54
2.5.Вплив автомобільного транспорту на екологію. ....	57
ВИСНОВОК.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

## ВСТУП

Широке використання людиною автомобілів суттєво вплинула на розвиток технічного прогресу і цивілізації. Окрім позитивного значення автомобільний транспорт має негативні впливи тому що він є одним із найбільших споживачів матеріальних і енергетичних ресурсів та забруднювачів навколишнього середовища. Особливо помітною є проблема скупчення автомобілів, у мегаполісах та великих промислових центрах.

Тепловий двигун є основною тепловою установкою більшості автомобілів та іншого наземного транспорту тому з цього виходять певні негативні наслідки для екології. Найбільш популярною установкою є поршневий двигун внутрішнього згорання. Він найчастіше працює на вуглеводневому паливі: рідкому, газовому.

При споживанні вуглеводневого палива в атмосферу викидаються продукти горіння, які містять близько 400 хімічних речовин, включаючи токсичні та канцерогенні. Забруднення довкілля даними речовинами спричиняє масштабні, регіональні та локальні екологічні проблеми.

Особливо гострою є проблема забруднення атмосферного повітря. Сьогодні допустимі граничні значення вже перевищені токсичними речовинами на промислових центрах.

Автомобільний транспорт України в цілому викидає за рік до 10 мільйонів тон шкідливих речовин, з яких нормуються оксид вуглецю, легкі вуглеводні, оксиди азоту, а для дизелів – додатково тверді частинки. Але нормовані шкідливі речовини – це далеко не все що потрапляє до нашої атмосфери. Найбільш шкідливі для організму речовини канцерогени на даний момент не нормуються.

Усвідомивши всю проблему людство почало шукати шляхи розв'язання проблем екології. Світові угоди та внутрішнє законодавство передових країн у сфері природоохоронної діяльності, позитивно впливають на розробки та впровадження новітніх технічних та організаційних рішень. За допомогою яких наразі можна забезпечувати значне покращення екологічної ситуації на всіх її рівнях. Тому, перед усім суспільством виникає проблема підготовки спеціалістів, які займаються проблемами створення і обслуговування ДВЗ, автомобілів та їх інфраструктури. Й звідси випливає певна потреба не тільки удосконалити споживчі якості продукції, але і зменшення негативного впливу на людину і навколишнє середовище. Ці фахівці зобов'язані усвідомлювати юридичну відповідальність перед екологічним законодавством та моральну відповідальність перед нащадками.

## РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АВТОМОБІЛЯ.

### 1.1. Історія виникнення ДВЗ.

Теплові двигуни, в циліндрах яких одночасно проходять процеси згоряння палива, виділення тепла і перетворення її частини в механічну роботу, називають двигунами внутрішнього згоряння.

Щоб створити не дорогий та економічний двигун людству було необхідно відмовитися від котла(громіздкої установки) до більш сучасного двигуна внутрішнього згорання.

У 1860 року, французький механік Ленуар вперше побудував невеликий двотактний газовий двигун. Створення якого розпочало нову еру двигунів. Двигун працював без стискання суміші світильного газу з повітрям. Запалювання робочої суміші відбувалося за участі електричної іскри. К.к.д. даного двигуна коливався від 3 до 5% і був нижчим к.к.д. поршневих парових машин того часу, що було наслідком нераціонального циклу, запропонованого винахідником. Слід підкреслити що винахід зіграв значиму роль у справі створення двигунів внутрішнього згорання.

Подальший розвиток двигунів внутрішнього згорання пішов шляхом покращення даної конструкції без зміни робочого циклу.

І лише німецькому техніку Ніколаусу Августу Отто який родом з Кельна у 1887 році в співпраці з інженером Е. Лангеном вдалося винайти чотиритактний горизонтальний одноциліндровий газовий двигун потужністю 4 к.с. зі стисненням робочої суміші. Двигун працював за прикладом французького інженера Бо-де-Роша. К.к.д. їх двигунів досягав вже 7–18%, отже був вищим к.к.д. парових машин того часу. Створений двигун можна вважати прототипом сучасних двигунів внутрішнього згорання, що працюють на газоподібному і рідкому паливі.

Один з перших найвдаліших бензинових двигунів для автомобільної промисловості був запатентований Г. Даймлером в Німеччині наприкінці 80 х.

При зворотному ході поршня впускний клапан закривається і в циліндрі протікає процес стиснення робочої суміші, при цьому температура і тиск суміші збільшується. На початку третього ходу поршня відбувається швидке запалювання робочої суміші від іскри, а температура і тиск стрімко підвищується.

Далі відбувається розширення робочих газів, саме цей етап роботи є продуктивним. При останньому положенні поршня в третьому такті процес розширення завершується і відкривається випускний клапан, через який при четвертому ході поршня викидаються відпрацьовані гази.

Створення двигуна почалося на заводі Дейті. Пізніше на підприємстві конструкція двигуна була значно вдосконалена. Незабаром двигуни Отто–Дейті завдяки своїм малим розмірам, економічності та надійності в роботі набули загального визнання і почали випускатися іншими заводами.

До того часу відносять виникнення двотактних двигунів, які за принципом дії мало чим відрізняються від чотиритактних двигунів Отто. У двотактному двигуні посеред циліндра розташовані впускні й продувні клапани, відкриття і закриття яких виконується поршнем. Під час першого ходу поршня в циліндрі відбуваються процеси запалювання і розширення робочої суміші, в кінці ходу поршня відкриваються отвори циліндра і розпочинаються процеси випуску відпрацьованих газів і продування циліндра повітрям або горючою сумішшю. Ці процеси продовжуються при зворотному ході поршня, другому такті, поки поршень не перекриє отвору і не розпочнеться процес стиснення повітря або горючої суміші залежно від виду двигуна.

Двотактні двигуни мають більш рівномірний хід, в 2 рази менший об'єм циліндра, дешевші й набули широкого використання в автомобільній промисловості, витіснивши чотиритактні.

### **1.2.Різновиди двигунів автомобіля. Альтернативні види двигунів.**

Двигун внутрішнього згоряння — один з найпоширеніших теплових двигунів. Уперше двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), який випускався серійно, був побудований у 1859 р. французьким механіком Жаном Ленуаром (1822-1900 рр.).Свою назву цей двигун отримав тому, що паливо в ньому спалюється не ззовні, а всередині циліндра двигуна. З часом ідея спалювання палива безпосередньо всередині циліндра з поршнем знайшла своє втілення у винайденні чотиритактного двигуна внутрішнього згорання. Такий двигун був сконструйований німецьким винахідником Ніколаусом Отто у 1878 р. Двигун внутрішнього згоряння такого типу став масовим по використанні у світі тепловим двигуном.

Двигуни внутрішнього згоряння встановлюють на автомобілях і літаках, мотоциклах, річкових і морських суднах, тракторах тощо. У світі налічуються сотні мільйонів таких двигунів. Двигуни внутрішнього згоряння бувають бензинові та дизельні.

Дизельний двигун — двигун внутрішнього згоряння, у якому використовується легке нафтове пальне. Це поршневий двигун типу бензинового, але тільки повітря заходить у циліндр під час першого такту поршня. Поршень піднімається і стискає повітря до дуже високої

температури. У цей момент насос впорскує пальне, і завдяки високій температурі повітря, воно загоряється. Поки пальне горить, поршень опускається вниз.

Двигун економічний, названий іменем свого винахідника, Рудольфа Дізеля. Цикл роботи ДВЗ складається з процесів: стискання, згорання, розширення, випуску відпрацьованих газів. У теоретичних циклах приймається, що впуск пальної суміші відбувається миттєво, що відповідає точці початку стискання.

Цикли карбюраторних та дизельних двигунів відрізняються характером процесу горіння. Слід зазначити, що на практиці цикл реальних ДВЗ відповідає комбінованому циклу або узагальненому, в якому перша частка тепла підводиться при  $V=\text{пост.}$ , а друга при  $P=\text{пост.}$

Також було чимало випадків вибухів дизельних двигунів, що вплинуло на виробництво та попит на них.

Дизельні двигуни мають більший ресурс — 200—800 тис. км.

Характерним є звук помпи, яка під тиском впорскує пальне в циліндри.

Бензиновий двигун — двигун, який як паливо використовує декілька видів бензину. Як паливо бензинових двигунів також може використовуватись горючий газ, різні види спиртів. Використовується як рушій в транспортних засобах, бензопилах, газонокосарках, електрогенераторах, компресорах .

Бензиновий двигун це клас двигунів внутрішнього згорання, в циліндрах яких попередньо стиснута паливо-повітряна суміш підпалюється електричною іскрою. Управління потужністю здійснюється, регулюванням потоку повітря дросельною заслінкою.

Бензиновий двигун створений Ніколаусом Отто, був використаний німецькими інженерами Готтлібом Даймлером і Карлом Бенцом в автомобілі у 1886.

Бензиновий двигун — складний механічний агрегат, що складається близько з 150 рухомих частин. Має один чи декілька поршнів, що рухаються усередині циліндрів. Поршні приводять в рух колінчатий вал, на кінцях якого знаходяться важкі крильчатки, з яких рух передається до ведучих коліс автомобіля через систему трансмісії, яка складається зі зчеплення, коробки передач і приводу.

Бензиновий двигун має найменше ККД серед двигунів – 25%. Це означає, що 75% енергії, одержуваної при спалюванні бензину, перетворюється в тепло, і тільки 25% в рух. Зараз більшість бензинових двигунів оснащується системою безпосереднього впорскування, а також

турбонаддувом. Ці технології дозволяють збільшити продуктивність мотора, а також знизити шкідливі викиди. Бензиновий двигун хоч і має свої недоліки проте й інші корисні характеристики у ньому присутні. У порівнянні з дизелем, у бензину нижчі викиди оксиду азоту. Крім цього, бензиновий двигун дає широкий діапазон обертів, що чудово підходить для спортивного водіння. Саме з цієї причини мотоцикли їздять виключно на бензині.

Плюс до цього, авто з бензиновим двигуном є найдоступнішими за вартістю на авторинку.

### Дизель

Для того, щоб потім заощадити клієнти дають більш високу вартість за автомобіль з дизельним двигуном. Тому що витрата палива є нижчою. У дизельних двигунах повітря всмоктується в камеру циліндра, де він змішується з дизельним паливом шляхом прямого вприскування. Суміш запалюється самостійно, тому для дизельного двигуна не потрібні свічки запалювання. Незважаючи на це тиск стиснення складає від 30 до 50 бар, а температура на 700-900 градусів Цельсія вище, ніж у бензинового двигуна. З даних маємо те що дизель має більш стійку конструкцію, але й має більшу вагу. Водночас ККД дизеля має більш високу щільність та становить близько 33%, як наслідок витрата палива зменшується.

Альтернативний вид двигуни – електродвигун, — електрична машина, двигун, що перетворює електричну енергію на механічну.

В складі електродвигуна є: обертова частина ротора та нерухома частина — статора. Електродвигуни бувають постійного та змінного струму. Останні розділяють на синхронні та асинхронні. Асинхронні електродвигуни поділяються на асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором (так звана біляча клітка) та фазним ротором, а також за функціональним призначенням, на: загальнопромислові, кранові, ліфтові, екскаваторні, тролейбусні, трамвайні, автомобільні.

Електродвигун має велике значення для транспортних (підіймально-транспортних) засобів, також конвеєрів, шахтних підіймальних установок і тд.

Електродвигун знайшов своє використання у побуті. Він є у таких приладах, як: пральні машини, мікрохвильові пічки, відеомагнітофони, жорсткі диски, CD-програвачі, вентилятори, газонокосаркию. У значних кількостях використовуються у автобудуванні, робототехніці, іграшках, електронному обладнанні.

На сьогоднішній день винайшли величезну кількість двигунів та альтернативних приводів. Пропозиція різних моторних рішень для

автомобілів часто викликає у клієнтів питання: який же двигун працює найбільш ефективно? Електродвигун володіє найвищим ККД до даного висновку прийшли експерти. Для «зеленого» приводу він складає до 99%, а це означає, що 99% електричної енергії, що генерується, перетворюється в кінетичну енергію руху.

«Чим відрізняються найбільш відомі типи двигунів?»

Та порівняємо їх переваги та недоліки.

**Електро**

За десятиліття до створення двигуна внутрішнього згорання вже був відкритий принцип електродвигуна(1830р). На сьогоднішній день розрізняють такі типи електродвигунів, які працюють на постійному або змінному струмі. Бортова акумуляторна батарея забезпечує альтернативу палива. Літій-іонні акумулятори застосовуються ширше завдяки таким характеристикам: тривалому терміну служби та високій надійності. Електромобілі мають невеликий запас ходу а потребують багато часу для зарядки все ж попри це мають перевагу над звичайними двигунами.

Почнемо з того факту, що вони не забруднюють довкілля, так як викиди дорівнюють нулю. На вас чекає менша кількість витрат на ремонт та обслуговування так як даний вид двигуна має менше деталей. Навіть на малих оборотах електродвигун дає відмінну динаміку та максимальний крутий момент.

**Водень**

Електромобілі на водневих двигунах схожі за характеристиками до чистих електромобілів. Цей тип приводу застосовує паливний елемент для виробництва електроенергії з газоподібного водню і кисню. При цьому замість токсичних газів виділяється вода. Водневий двигун має практичні переваги перед електродвигуном в тому числі в екологічності. Основні переваги такі: швидка заправка, не потребують довгої зарядки, мають більший запас ходу, а також меншу вагу.

**Гібрид**

Гібриди не такі ефективні як електродвигуни водночас більш економічні ніж двигуни внутрішнього згорання. Щоб використати переваги обох систем в гібридах використовують двигун внутрішнього згорання та електропривід . У даних моделях акумулятор для електродвигуна зазвичай заряджається під час руху від двигуна внутрішнього згорання або від відновлення енергії гальмування. Електропривод забезпечує більш економічний рух в місті тому що в більшості випадках використовує електропривод. Економлячи паливо в місті вони не роблять цього на великі

відстані. Двигуни внутрішнього згорання коштують значно менше ніж гібрид.

Газ

Зрівнюючи класичні двигуни внутрішнього згорання вашим фаворитом стане газ. Найвагоміша причина такого вибору це його велика екологічність порівнюючи з бензином та дизелем. Згорання газу що складається з метану є більш чистим. Що вказує на те що знижується кількість шкідливих речовин та не утворюється сажа.

Ще одним плюсом є вища ефективність двигуна на 10% за бензиновий. Та й ціна на газ значно менша. Але при всіх плюсах ви повинні враховувати, що за авто на газі вам доведеться заплатити додаткові тисячі євро, і до того ж газ пропонується не на кожній АЗС.

### **1.3. Порівняння ДВЗ із альтернативними видами двигунів.**

#### *Альтернативні види*

На теперішній час світові автовиробники планують впровадити до 2010 року

близько 50 різних моделей, що працюють на альтернативних видах пального, а до 2020 року - до 23% усього автопарку.

Перспективними енергоресурсами не нафтового походження, що можуть бути використані в автомобільних двигунах на теперішній час є спирт, газ, водень, біопаливо й електрика.

Серед багатьох альтернативних видів палива більші шанси замінити традиційний бензин і дизельне паливо має природний газ і спирт, через свою відносно низьку собівартість і існуючі технології та потужності виробництва. За прогнозами фахівців до 2010 р. автомобілі, що будуть використовувати у якості палива зріджені гази (пропан-бутанові суміші), складуть близько 3-5%.

В системах живлення автомобільних двигунів на сьогоднішній день використовують два різних типи газоподібного палива - метан (стиснений газ) або пропан-бутанову суміш (зріджений газ).

Переваги використання стисненого газу:

- значні запаси й можливість одержання з поновлюваних джерел;
- низька токсичність вихлопних газів;
- незначні конструктивні зміни в бензинових автомобілях.
- Недоліки використання стисненого газу:
- громісткі, важкі й дорогі газові балони;
- висока вартість робіт з переобладнанням автомобіля.

Зріджений газ як вид моторного газоподібного палива розповсюджений більше, ніж стиснутий. Пропан - бутанова суміш - супутній газ, що одержують при видобутку й переробці нафти.

Переваги використання зрідженого газу:

- ціна нижча, ніж бензину (але вища, ніж стиснутого газу);
- можливе переустаткування практично будь-яких бензинових двигунів
- внутрішнього згоряння;
- наявність додаткової паливної системи;
- невисока токсичність відпрацьованих газів.

Недоліки використання зрідженого газу:

- при температурі нижче 0 С необхідний запуск і прогрівання двигуна на бензині;
- додаткові витрати на установку й обслуговування;
- невеликі запаси.

З огляду на сучасні технології виробництва спирту, перспективним як паливо слід вважати етиловий і метиловий спирт (етанол, метанол...)

Переваги використання етанолу:

- запаси сировини різноманітні й практично необмежені;
- багатий досвід експлуатації двигунів, що працюють на спирті (Бразилія, Австралія);
- низька токсичність вихлопних газів.

Недоліки використання етанолу:

- необхідність конструктивних змін системи живлення;
- знижується потужність двигуна, а використання пального збільшується;
- через гігроскопічність спирту погіршуються пускові властивості двигуна;
- дороге виробництво біоетанолу.

Метанол, як самостійне пальне та в якості добавки до бензину застосовується не часто й винятково для двигунів спортивних мотоциклів, не розрахованих на тривалу експлуатацію.

У той же час широко використовується як сировина, з якого автомобілі на паливних елементах отримують водень.

Переваги використання метанолу:

- можливість зберігання в рідкому стані водню й добування його за потребою;
- запаси сировини практично необмежені;

- може використовуватися як сировина для виробництва штучного бензину.
- Недоліки метанолу:
- надзвичайно токсичний;
  - викликає корозію деталей.

### ***Водень.***

Зараз проводять чимало досліджень для того щоб використовувати водень як паливо. Концепт таких автомобілів часто презентують на виставках.

Для того щоб використовувати водень пропонують комбінувати його з бензином. Зокрема, BMW й Mazda запропонували зберегти в автомобілі можливість їздити на бензині а саме за аналогом з розповсюдженими нині двопаливними автомобілями «бензин/газ». Перейшовши з ДВЗ на водень ви підвищите термічний ККД та екологію. Якщо зрівнювати з бензиновим паливом водень більші діапазони пропорцій змішуванням повітря. Зазвичай у бензинових двигунах робоча суміш поблизу стінок циліндра, а водень згорає повністю.

Водень є відновлюючим ресурсом та й зменшує викид шкідливих речовин і це є великим плюсом.

Значно скоротити споживання нафти можливо за рахунок освоєння біопалива.

Найбільші світові держави приступили до створення палива з рослин 20-30 років тому.

На Україні, не раз заявляли про необхідність організації виробництва біодизельного палива.

Слід зазначити, особливу увагу заслуговують палива з поновлюваних джерел сировини. Ці палива перебувають у рідкому й газоподібному стані, виробляються із зеленої маси або насінь рослин .

В умовах Кіровоградської області дуже перспективним альтернативним паливом є біопаливо, яке можна одержати з ріпакового масла. З насіння ріпаку (технічні сорти з високим вмістом ерукової кислоти 40-60%) з 1 га посівів (у середньому 3 т) отримують близько 1 т. масла. Потім масло піддається етерифікації метиловим спиртом, у результаті чого виходить близько 1 тонни суміші метилових ефірів жирних кислот ріпакового масла.

За своїми фізичними властивостями біопаливо на основі ріпакового масла практично не відрізняються від традиційного нафтового.

Сьогодні промислове виробництво з поновлюваних джерел організоване в Бразилії, США, країнах Азії і Європи.

Лідерство по виробництву біопалива займає Бразилія (37%). Загально у структурі світового ринку біопалива Європа не є лідером - усього лише 10%.

Переваги біопалива:

- практично не містить сірки й канцерогенного бензолу. Згорання цього палива відбувається в природних умовах без шкоди для природи, а в процесі згорання у двигуні викиди в атмосферу CO<sub>2</sub> на 50-80% нижчі, ніж при роботі на традиційному мінеральному дизпаливі;
- гарна займистість;
- запаси сировини можуть відновлятися щорічно, культура не вимагає особливого підходу в процесі вирощування;
- у ході переробки масла отримують додаткові продукти: гліцерин, сульфат натрію.

До недоліків використання біодизеля відносимо наступне:

- ріпакове масло має велику корозійну активність. Як наслідок це втрата стійкості гумових прокладок і ущільнень, утворенням твердих відкладень у форсунках і жиклерах, забруднення паливних фільтрів і насосів високого тиску;
- температура згорання біодизельного палива нижча ніж у дизельного - 37,2 МДж/кг проти 42,5 МДж/кг (-10%). Працюючи на біодизелі двигун втрачає потужність на 7% , а використання пального збільшується на 5 – 8 %. Але собівартість виробництва вища, ніж бензину й дизпалива.

#### **1.4. Рівні технічного стану автомобілів та екологічної безпеки.**

За складом відпрацьованих газів двигуни з примусовим запалюванням не відрізняються. Для цього є такі причини:

- коефіцієнти повітря різні за значенням  $\alpha$  (у двигунах з примусовим запалюванням  $\alpha \approx 0,75 \dots 1,1$ ; в дизелях  $\alpha \approx 1,4$  і більше);
- різним складом конкретними елементним і груповим палива, різними фізичними та хімічними характеристиками палива;
- різними умовами сумішоутворення та згорання;
- різними способами регулювання двигуна.

В більшості випадків порушення регулювань окремих механізмів систем і вузлів автомобіля( погіршення технічного стану) призводять до збільшення викидів токсичних речовин та до погіршення показників ДВЗ. За впливом на характер процесів, які спричиняють появу згубних речовин у

відпрацьованих газах автомобільного двигуна, всі несправності та порушення регулювань можна розділити на дві основні групи:

- такі, що безпосередньо впливають на процес згоряння палива в двигуні (несправності самого двигуна та його систем);
- збільшення викиду шкідливих речовин через значну витрату палива через : несправності трансмісії, ходової частини, гальм, шин.

Стандартні порушення в двигунах з іскровим запалюванням виникають в системі запалювання, в системі живлення або в механізмах двигуна, що насамперед збільшує викид шкідливих речовин.

У системі запалювання можливі такі типові порушення:

- частковий чи повний збій свічок запалювання (порушення встановленого зазору між електродами, відкладення нагару на електродах та ізоляторі, пошкодження ізолятора);
- відхилення від норми кута випередження.
- обгоряння або забруднення контактів, порушення встановлених зазорів, несправності автомату зміни кута випередження запалювання переривача-розподільвача

У системі живлення карбюраторного двигуна можливі такі типові порушення:

- відхилення від норми рівня бензину в поплавковій камері карбюратора внаслідок зменшення щільності голчастого клапана або розгерметизації поплавця;
- паливні та повітряні жиклери забруднюються та зношуються
- щільність клапана економайзера знижується
- збиття регулювань приводу економайзера, що спричиняє раннє або запізнє його включення;
- збій регулювань насоса-прискорювача (як збільшення, так і зменшення подачі палива насосом-прискорювачем призводить до надмірної витрати палива ;
- порушення регулювань системи холостого ходу; – забруднення фільтрів тонкого очищення палива; – забруднення повітряного фільтра.

В інжекторному двигуні порушення у системі живлення в основному пов'язані з несправністю датчиків системи управління подачею палива, форсунок або клапана зворотної подачі палива.

Можливим є також зношування циліндро-поршневої групи або порушення герметичності клапанів. Як наслідок спостерігається зменшення компресії, втрати частини свіжого заряду на такті стискання, надмірного

надходження масла з поверхні гільзи циліндра у камеру згоряння з подальшим його частковим згорянням і розкладенням. Останнє є причиною саме збільшення викидів у повітря вуглеводнів та канцерогенних речовин.

Масло теж може потрапляти у камеру згоряння внаслідок зношування ущільнюючих елементів клапанів перш за все впускних, направляючих втулок і стрижнів клапанів.

Інколи внаслідок порушення справності системи регулювання температури у системі охолодження зазвичай – з-за відмови термостата двигун працює зі з пониженою температурою охолоджувальної рідини. По цій причині підвищуються втрати потужності на подолання сил тертя у циліндро-поршневій групі і до збільшення витрати палива. Під час зниження температури стінок і кришки циліндра біля них погіршуються умови для згоряння палива, що, у свою чергу, спричиняє збільшення викидів вуглеводнів, альдегідів, твердих частинок.

Зношування циліндрово-поршневої групи є причиною збільшення викидів вуглеводнів, включаючи вуглеводні із канцерогенними властивостями. Це обумовлено потраплянням масла в камеру згоряння і підвищеною витратою картерних газів у замкненій системі вентиляції картера. Через досягнення граничного зношування двигуна викиди збільшуються в середньому на 50 %, а витрата палива – на 15 %. Через заміну поршневих кілець відновлюється рівень токсичності.

Якщо виникають перебої у запалюванні, навіть у одному з циліндрів у 6...8 разів збільшуються викиди вуглеводнів, але інші циліндри працюватимуть при більшому відкритті дросельної заслінки, суміш буде згоряти краще з меншим викидом СО на режимах холостого ходу та малих навантажень, частка яких у ізовому циклі велика. Даний факт демонструє також те наскільки значимо при контролі технічного стану двигунів за токсичністю визначати концентрації не тільки оксиду вуглецю, але й вуглеводнів.

Під час виникнення проблем у двигуні концентрація оксидів азоту, як правило, знижується через порушення процесу згоряння, але масові викиди можуть збільшитись внаслідок зростання кількості спаленого палива. На практиці можуть виникнути кілька порушень регулювань одразу, й це, звісно, доволі погіршує показники токсичності та паливної економічності автомобіля.

В даний час розвиток двигунів з іскровим запалюванням йде у напрямку застосування систем впорскування палива у впускний колектор або безпосередньо у циліндри у поєднанні з мікропроцесорним регулюванням

складу робочої суміші зі зворотним зв'язком за сигналом від датчика концентрації кисню ( $\lambda$ -зонду) у випускній системі.

Основною екологічною привілегією систем впорскування з датчиком концентрації повітря перед карбюраторними двигунами є можливість застосування трикомпонентного нейтралізатора відпрацьованих газів, який одночасно зменшує викиди CO, CH<sub>4</sub>...

Двигуни із системами впорскування містять велику кількість датчиків та виконавчих механізмів і мають доволі непростий електронний блок керування.

Збій у регулюванні одного з елементів системи спричиняє збільшення викидів шкідливих речовин.

Не лише порушення у системі запалювання, а й ефекти від зношування циліндрово-поршневої групи і деталей системи газообміну, у двигунах із впорскуванням можуть виникати порушення, обумовлені виходом з ладу датчиків:

- повітря;
- витрати повітря;
- положення дросельної заслінки;
- температури рідини у системі охолодження;
- детонації.

Можливі такі порушення у роботі агрегатів:

- нейтралізатор (відхилення від оптимального температурного режиму, отруєння сполуками свинцю, сірки, силіконами);
- паливні форсунки (забруднення, зношування, пошкодження проводів);
- повітряний фільтр;
- адсорбер, що адсорбує пару бензину від впускного колектора та бензобака (якщо він є);
- мікропроцесор, який контролює роботу всієї системи впорскування.

Збільшення викидів токсичних речовин спричиняє збільшення кількості агрегатів який вийшли з ладу. Попри це не є підставою для відмови від сучасних систем паливоподачі. Розвиток системи її діагностування, технічного обслуговування та ремонт це раціональний підхід, який передбачає збільшення надійності.

У дизельних двигунах майже будь-яка несправність паливної системи і системи повітропостачання впливає на екологічність та димність відпрацьованих газів.

Найпоширеніші несправності таких систем дизелів є:

- коксування або обгоряння соплових отворів форсунки;
- збільшення понад норму нерівномірності циклової подачі палива по циліндрах;
- похибка кута випередження впорскування від оптимального значення;
- порушення герметичності паливопроводів;
- зношування пари голка-розпилювач, зниження пружності пружини форсунки;
- зависання голки форсунки;
- зменшення ККД турбокомпресора і зниження тиску наддування;
- забрудненість повітряного фільтра;
- зниження ефективності охолоджувача наддувного повітря через засмічення зовнішньої поверхні.

У дизелях майже неможливо забезпечити абсолютно рівну подачу палива в усі циліндри, причому зі зменшенням навантаження різниці в циклових подачах по циліндрах збільшується. Так, у вісьмициліндровому дизелі з блочним паливним насосом високого тиску при регулюванні на стенді припустимою є така різниця в подачах окремі циліндри: – 3 % на режимі номінальної подачі; – 40 % на режимі холостого ходу.

Справжня різниця подач палива в циліндри двигунів, які знаходяться у використанні, через зношування та порушення регулювань може бути у кілька разів більшою.

Збільшення циклічної подачі палива понад номінальну на 25 % що супроводжується збільшенням димності відпрацьованих газів на 40 %. Як результат природного зношування деталей паливної апаратури до моменту вироблення граничного ресурсу двигуна витрата палива збільшується на 8...10 %, димність – на 20...30 одиниць за шкалою Хартриджа.

Похибка від допустимого температурного режиму системи охолодження у дизелях, а також зношування деталей циліндрово-поршневої групи створюють такі ж наслідки, як і в двигунах з іскровим запалюванням.

Щоб забезпечити дозволений рівень димності необхідне кваліфіковане та вчасне технічне обслуговування .

За певних порушень нормального процесу горіння одночасно зі збільшенням викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів можуть зменшуватися викиди оксидів азоту.

Даний процес виникає в той момент коли зменшується коефіцієнт надлишку повітря чи знижується якість процесу сумішоутворення. Під час

зношування циліндровопоршневої групи внаслідок втрат частини заряду при стисканні зменшується маса свіжого заряду в циліндрі, в тому числі температура повітря наприкінці процесу стискання. Вище описані приклади зумовлюють зниження викидів оксиду азоту при одночасному збільшенні викидів продуктів неповного згоряння.

Несправність у системі повітропостачання звісно призводять до зменшення коефіцієнта надлишку кисню в наслідку, викиди продуктів неповного згоряння збільшуються при одночасному зменшенні викидів оксидів азоту.

Автомобільний двигун викидає в повітря значно більше шкідливих речовин якщо присутні будь які несправності або збій регулювання автомобіля. Поломки трансмісії включно з ходовою частиною автомобіля значно підвищують споживану потужність двигуна та витрату пального. Й тим самим спричиняє збільшення викидів токсичних речовин. Манера водіння та стан дорожнього покриття, організація руху має пряме відношення до збільшення на витрату палива та шкідливих частинок що потрапляють в атмосферу. Відзначено, що під час спокійної їзди без різких прискорень і гальмувань експлуатаційна споживання пального автомобілем знижується до 15...20 %, звісно ж, зменшуються і загальні викиди згубних речовин.

Й на це є декілька причин. Під час пришвидшення у карбюраторних двигунах насосприскорювач вприскує більшу порцію бензину у дифузор карбюратора, що обумовлює перевитрату пального, збільшення викидів CO та CH.

Під час примусового холостого ходу карбюраторних двигунів, на яких не установлені економайзери примусового холостого ходу, в результаті глибокого дроселювання заряду на впуску суттєво збільшується коефіцієнт залишкових газів, що спричиняє гірші умови горіння у наслідок збільшення викидів вуглеводнів та оксиду вуглецю.

У турбо-дизелях під час різкого прискорення за долю секунди збільшується циклова подача палива, а швидкість обертання ротора турбокомпресора зростає лише за декілька секунд; компресор створює потрібний тиск. Увесь цей час двигун працює при невисоких значеннях коефіцієнта надлишку повітря, що супроводжується значним збільшенням викидів сажових частинок і вуглеводнів.

Розмірена їзда позитивно впливає на безпеку руху, швидкість зношування трансмісії автомобіля, гальм, шин. По цій причині автотранспортний підрозділ повинен проводити виховну та роз'яснювальну

роботу. Для того щоб сформувати у водіїв навичок раціонального керування автомобіля в різних умовах.

З мінімальною кількістю перемикачів передач та зупинок на світлофорах можна суттєво знизити споживання пального, що веде за собою мінімізацію викиду шкідливих речовин.

Безпосередній вплив на характеристики процесу згорання є зміна стану навколишнього середовища на певні показники паливної економічності автомобіля токсичності відпрацьованих газів.

У зимній період з'являється необхідність достатньо тривалого (5...10 хв) прогрівання двигуна після холодного пуску. Щоб холодний двигун стабільно працював повинна бути збагачена суміш. У карбюраторних двигунів збагачення досягається шляхом прикриття повітряної заслінки карбюратора, у інжекторних – шляхом збільшення подачі палива форсункою.

У карбюраторному двигуні по внутрішніх стінках впускного колектора рухається бензинова плівка. В умовах, коли двигун холодний, дана плівка майже не випаровується і нерівномірно розподіляється по циліндрах. Через це, у кілька разів, збільшується викид вуглеводів у режимі прогрівання.

В інжекторних двигунах із розподіленим впорскуванням палива або впорскуванням безпосередньо у циліндри, проблем, з бензиною плівкою, не має, проте все ж робота холодного двигуна з примусовим запалюванням на збагаченій суміші спричиняє підвищений викид оксиду вуглецю, вуглеводнів, альдегідів, твердих частинок.

На роботу прогрітого двигуна також впливає температура повітря. Взимку коефіцієнт надлишку повітря збільшується, через зниження температури навколишнього середовища. Це і спричиняє зменшення викидів СО прогрітим двигуном. Одночасно зі зменшенням температури зниження викиди оксиду азоту.

У разі зниження температури повітря, зазвичай, трохи зменшується температура рідини в системі охолодження, та більшість двигунів працюють у недостатньо прогрітому стані, що погіршує умови спалювання палива. По тій причині в зимовий період навіть у прогрітих двигунів відбувається збільшення викидів вуглеводнів з відпрацьованими газами.

У більшості двигунах для зниження згубного впливу низької температури на показники токсичності та паливної економічності повітря взимку забирають із зони поблизу гарячого впускного колектора.

Збільшення температури навколишнього середовища призводить до зменшення густини повітря, тому прослідковується зниження коефіцієнта надлишку повітря і збільшення викидів СО. Під час тягових режимів

підвищується температура що також є причиною збільшення викидів оксиду азоту.

Крім зменшеної густини повітря збагаченню робочої суміші влітку сприяє підвищення температури (до + 70 °C) у поплавковій камері карбюратора. Унаслідок цього у поплавковій камері відбувається інтенсивне випаровування бензину, а далі пара бензину через балансувальний канал надходить до входу дифузора. Активне випаровування бензину зумовлює незначне підвищення тиску у поплавковій камері. Тим самим спричиняє збільшенню витрат бензину через паливні жиклери головної дозувальної системи та системи холостого ходу.

Дане збагачення суміші спричиняє збільшення викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів. Активне випаровування бензину з карбюратора після зупинки гарячого двигуна несе за собою негативні наслідки: повітря забруднюється вуглеводнями; бензинова пара накопичується у впускному колекторі і утворює надмірно багату суміш, яка іноді унеможлиблює подальший запуск гарячого двигуна без продування циліндрів, а даний процес знову супроводжується підвищеними викидами вуглеводнів у атмосферу.

Щоб запобігти надмірному збагаченню суміші в карбюраторному двигуні слід попередити перегрівання паливних баків, паливопроводів, паливного насоса, карбюратора.

Для цього йдуть шляхом захисту паливних баків від нагрівання, раціонально організують рух повітря у моторному відсіку, встановлюють теплоізолювальні прокладки під бензонасосом і карбюратором, прокладають бензопроводи у місцях, де їх нагрівання буде найменшим.

Для зниження викидів у навколишнє середовище вуглеводнів встановлюють адсорбери, які адсорбують пару бензину із впускного колектора (а інколи і з бензобаку), коли двигун не працює. Далі при роботі до адсорбента підводять тепло, відбувається процес десорбції і звільнена пара бензину подається до впускного колектора.

У дизельних двигунах має безпосередній вплив зміни температури довкілля на процеси утворення токсичних речовин обумовлений зміною:

- температури повітря наприкінці процесу стискання і, як наслідок, періоду затримки самозаймання та характеристик згоряння;
- густини повітря і, як наслідок, коефіцієнта надлишку повітря;
- в'язкості палива і, як наслідок, характеристик розпилювання, періоду затримки самозаймання, характеристик згоряння;

- температури рідини у системі охолодження і, як наслідок, зміною умов проходження хімічних реакцій біля стінок;
- елементного складу та властивостей палива (зимове, літнє) в залежності від пори року.

Зниження температури навколишнього середовища провокує підвищення в'язкості палива, погіршення умов сумішоутворення та випаровування краплин, наслідком цього є збільшення таких показників:

- період затримки запалювання;
- жорсткість процесу зоріння;
- викиди твердих частинок і вуглеводнів;

Внаслідок цього знижується температура заряду у циліндрі зменшуються викиди оксиду азоту.

Підвищення температури повітря веде за собою зменшення його густини і, наслідком є, зменшення коефіцієнта надлишку повітря при одночасному зростанні температури у циліндрі на початку впорскування палива. Це призводить до підвищення деяких показників, таких як:

- максимальної температури горіння;
- викиди оксиду азоту з відпрацьованими газами;

Через зменшення атмосферного тиску (до прикладу, працюючи в гірських умовах) знижується густина повітря. Внаслідок масова витрата повітря зменшується, а це веде за собою зниження максимальної потужності. Через кожні 1000 м підйому вгору потужність двигуна падає на 10 %.

Карбюраторні двигуни, яких не установленні коректори тиску атмосферного повітря, при зниженні атмосферного тиску зменшується коефіцієнт надлишку повітря, як внаслідок робоча суміш збагачується. Через 1000 м підйому вгору коефіцієнт надлишку кисню надає на 5...6 %. Зменшення коефіцієнта надлишку повітря призводить до підвищення викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів, але викиди оксиду азоту можуть при цьому зменшуватися.

Використовування висотних коректорів у двигунах з примусовим запалюванням робить можливим стабілізування значення коефіцієнта надлишку повітря під час зміни атмосферного тиску.

У дизельних двигунах також зменшується витрата витрати повітря, маси свіжого заряду, під час зміни тиску навколишнього середовища. Внаслідок чого втрачається потужність, та збільшуються викиди сажі і вуглеводнів, підвищується димність відпрацьованих газів. Через зниження коефіцієнта надлишку повітря збільшується загальний рівень температур циклу, а також тривалість процесу згоряння палива, що супроводжується

перегрівом основних деталей циліндрово-поршневої групи і випускного клапана. По причині перегрівання збільшується коксування масла та підсилене зношування двигуна. Потім вступає в силу механізм впливу зношування циліндрово-поршневої групи, цим самим погіршуючи екологічні показники. Атмосферне повітря – це завжди суміш сухого кисню та водяної пари, що називається «вологе повітря». Частка водяної пари, яка припадає на один кілограм сухого повітря, залежить від двох параметрів: температури кисню та його відносної вологості  $\phi$ . Чим більше в одиниці об'єму вологого повітря буде водяної пари, тим менше буде власне повітря, а головне – кисню.

За умов постійної температури зі збільшенням  $\phi$  збільшується кількість водяної пари в суміші, а кількість власне повітря зменшується. Тому зі збільшенням  $\phi$  у двигунах усіх типів має місце зменшення коефіцієнта надлишку повітря, що супроводжується втратою потужності, перегріванням, а також збільшенням викидів шкідливих речовин.

Однотимчасний вплив високої температури і відносної вологості повітря притаманний для тропічних зон, коли температура досягає позначки в  $+ 45$   $^{\circ}\text{C}$ , а відносна вологість може зростати до 100 %. При таких обставинах потужність двигуна зменшується на 15 %, а викиди токсичних речовин, в першу чергу вуглеводнів і сажі, збільшуються.

## **РОЗДІЛ 2. ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ. ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЮ.**

### **2.1 Загальні стандарти екології транспорту. (Європейські стандарти)**

Екологічні стандарти Євро контролюють вміст шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів з тепловими двигунами так і вміст токсинів у паливі. Саме тому необхідно розглядати екологічні стандарти Євро з декількох сторін, таких як: вміст шкідливих речовин у вихлопних газах, контроль палива яке завозиться та виробляється в Україні.

#### *Хронологія введення екологічних стандартів Євро в порівнянні у Євросоюзі та Україні.*

1992го року Екологічний стандарт, який контролює вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах Євро-1 вступив у дію в Євросоюзі.

1995го року Введено в Євросоюзі , як заміна Євро-1, екологічний стандарт Євро-2.

8 квітня 1999го року Затверджені національні стандарти ДСТУ 3868-99 "Паливо дизельне. Технічні умови", які регулюють технічні умови для автомобільного дизпалива, що відповідають нормам Євро-2 і Євро-3.

1999го Був введений в Євросоюзі екологічний стандарт Євро-3.

2000го року Україна стала членом угоди "Про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови спільного визнання офіційних затверджень, виданих на основі даних приписів, 1958 року з корекціями 1995 року" (Женевська Угода 1958 року), яка має результативний механізм поступового запровадження в Україні сучасних вимог до транспортних засобів, які являються нормами ЄС.

1 липня 2002го року Закріплені національні стандарти ДСТУ 4063-2001 "Бензини автомобільні.

Технічні стандарти, які визначають технічні умови для автомобільного бензину, що відповідають нормам Євро-2 і Євро-3.

2002го року ормально було запроваджено норми Євро-2 в Україні наказами Мінтрансу і Держстандарту

28 січня 2004го року затверджено розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.01.04 № 37-р. про реалізацію «Плану заходів щодо зниження

шкідливого впливу автомобільних транспортних засобів на навколишнє середовище на 2004 - 2010 роки».

2005го року Євро-3 було замінено на екологічний стандарт Євро-4.

1 січня 2006 року в Україні вступають в дію нові екологічні правила - норми Євро-2 відповідно до Закону України "Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів" від 06.07.2005 року.

Жовтень 2008 року Стандарт обов'язковий для всіх сучасних вантажних автомобілів які продаються в Євросоюзі – Євро-5.

1 вересня 2009 року - введення для легкових автомобілів нового екологічного стандарту Євро-5.

1 січня 2014 року в Україні забороняється реєструвати автотранспорт, який не відповідає нормам Євро-4 - як новий, так і старий.

На 2015 рік відкладено новий екологічний стандарт Євро-6, що мав вступити в дію в Європі 31 грудня 2013.

Екологічні стандарти Євро для вихлопів транспортних засобів

Влада європейських країн лише на початку 90-х років минулого століття почали розробляти систему заходів для того щоб поліпшити екологічну безпеку. Виробників автомобілів і автомобільних двигунів змусили поступово покращити свою продукцію з метою зниження токсичних речовин у відпрацьованих газах. Були закріплені певні вимоги до максимальних викидів двигунів внутрішнього згоряння що носять назву "Євро" і, залежно від ступеня жорсткості вимог, називають: "Євро-0", "Євро-1", "Євро-2", "Євро-3", "Євро-4", "Євро-5".

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

В СРСР теж діяла програма поступового збільшення норм токсичності. З початку 70-х і до середини 80-х років вдалося знизити токсичні викиди в серійних автомобілях у півтора-два рази. Однак двигуни радянських часів повністю не відповідають жодним нормам "Євро".

В Україні проблемами екологічної безпеки транспорту почали приділяти належну увагу наприкінці 90-х років минулого століття. В 2000 році Україна приєдналася до угоди "Про затвердження єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, 1958 року з поправками 1995 року" (Женевська Угода 1958 року), яка має ефективний механізм поступового запровадження в Україні теперішніх вимог до транспортних засобів, які відповідають нормам ЄС.

На сьогоднішній день продовжуються роботи з реалізації Плану заходів щодо зниження згубного впливу автомобільних транспортних засобів на довкілля на 2004 - 2010 роки, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 28.01.04 № 37-р. Проте, не зважаючи на впровадженні заходи, Україна помітно відстає в цій сфері від країн ЄС. Тож відсутність важливої інформації про екологічні вимоги за межами держави й відповідної підготовки транспортних засобів перед міжнародними перевезеннями створює вітчизняним автовласникам і перевізникам великі проблеми - за кордоном забороняється рух українських транспортних засобів і виписують штрафи за невідповідність екологічним стандартам ЄС.

На даний момент Україна поступово переходить на сучасні екологічні стандарти ЄВРО за рахунок оновлення автомобільної маси автотранспортом, що відповідає ЄВРО<sub>2,3,4,5,6</sub>. За оцінками, що були проведені НТЦ "Псіхея", на 1 січня 2011 року в Україні нараховується 8,13 млн транспортних засобів .

В Україні вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів регламентуються Правилами ЕЭК ООН та державними стандартами ДСТУ 4276 (Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями) і ДСТУ 4277 (Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі). Дані стандарти введено з метою створення нормативної бази для контролю в умовах експлуатації екологічних показників автомобілів, двигуни яких працюють на традиційному або альтернативному пальному та димності автомобілів з дизелями і газодизелями. Вимоги стандартів щодо екологічних показників автомобілів відповідають вимогам Директиви Європейського Союзу 96/96/ЄС "On the approximation of the laws of the Member States relating to roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers" ("Про гармонізацію

законів країн-учасниць щодо випробовування автомобілів та їхніх причепів на придатність до експлуатації").

Стандарти екологічних показників автомобілів, двигуни яких працюють на газовому пальному та вимоги щодо димності автомобілів, двигуни яких працюють за газодизельним циклом, запроваджено уперше.

Норми встановлюють стандарти і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів під час роботи двигуна в режимах холостого ходу та гранично допустимі величини нормованих показників викидів видимих забруднювальних речовин відпрацьованих газів двигунів автомобілів у режимі вільного прискорення двигуна та методи їх вимірювання.

В таблиці 1.1. показний допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних нейтралізаторами:

*Таблиця 1.1*

**Допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних нейтралізаторами**

Паливо, на якому працює двигун	Частота обертання	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн <sup>-1</sup> , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4, включно	більше ніж 4
Бензин	n мін	3,5	1200	2500
	n підв	2,0	600	1000
Газ природній	n мін	1,5	600	1800
	n підв	1,0	300	600
Газ нафтовий зріджений	n мін	3,5	1200	2500
	n підв	1,5	600	1000

Вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині й обладнані нейтралізаторами, не має переходити межі, вписані у таблиці. Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, обладнаних нейтралізаторами табл.1.2.

Таблиця 1.2

**Вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині й обладнані нейтралізаторами**

Частота обертання	Автомобілі з окиснювальними нейтралізаторами		Автомобілі з трикомпонентними нейтралізаторами	
	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн <sup>-1</sup>	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн <sup>-1</sup>
N мін	1,0	600	0,5	100
N підв	0,6	300	0,3	100

*Дизельні двигуни*

За умовами ДСТУ 4276:2004 «Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями» димність автомобілів (двигунів), офіційно затверджених під час сертифікації за ДСТУ

UN/ECE R 24-03 (Правилами ЄЕК ООН №24-03), не має перевищувати значень, що прописані в документі про сертифікацію або наведені заводом виробником на знаку офіційного затвердження типу транспортного засобу для режиму вільного прискорення. Димність автомобілів (двигунів), не сертифікованих за ДСТУ UN/ECE R 24-03 (Правилами ЄЕК ООН №24-03), не має перевищувати значень, вказаних у таблиці. Будова та конструкція, якість виготовлення та складання агрегатів, вузлів і деталей автомобіля, що впливають на димність, повинні забезпечувати виконання вимог даного

стандарту під час усього строку експлуатації, за умови виконання правил експлуатації і обслуговування, затверджених у документах з експлуатації, які додають до автомобіля.

Димність автомобілів (двигунів), що працюють на дизельному паливі в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

**Димність автомобілів (двигунів), що працюють на дизельному паливі**

<b>Об'єкт випробовування</b>	<b>Гранично допустимий натуральний показник ослаблення світлового потоку <math>K_{дон}, \text{м}^{-1}</math></b>	<b>Гранично допустимий коефіцієнт ослаблення світлового потоку <math>N_{дон}, \%</math></b>
автомобілі з дизелями:		
без наддуву	2,5	66
з наддувом	3,0	73
автомобілі з газодизелями:		
без наддуву	1,7	52
з наддувом	2,0	58

Порівняння екологічних стандартів Євро, що регулюють вміст шкідливих речовин у вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

## Порівняння екологічних стандартів Євро

Екологічний стандарт	Оксид вуглецю (CO)	Вуглеводень	Летючі органічні речовини	Оксид азоту (NO <sub>x</sub> )	HC+NO <sub>x</sub>	Зважені частинки (PM)
<i>Для дизельного двигуна</i>						
Євро-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Євро-2	1.0	-	-	-	0.7	0.08
Євро-3	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05
Євро-4	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025
1	2	3	4	5	6	7
Євро-5	0.500	-	-	0.180	0.230	0.005
Євро-6	0.500	-	-	0.080	0.170	0.005
<i>Для бензинового двигуна</i>						
Євро-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-
Євро-2	2.2	-	-	-	0.5	-
Євро-3	2.3	0.20	-	0.15	-	-
Євро-4	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Євро-5	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005
Євро-6	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005

**Паливо стандарту Євро**

На даний час в Україні працюють два види національних стандартів якості палива. Старі ГОСТи нормують якість продукції тих нафтопереробних заводів, які виробляють бензин та дизпаливо, наближене до стандарту Євро.

Однак на превеликий жаль , говориться про фактично ще радянських ГОСТах , внаслідок цього понад 70 % нафтопродуктів на українському ринку є небезпечними для довкілля.

Сучасні ГОСТи відповідають усім європейським нормам ЄВРО 4 , ЄВРО 5 та забезпечують потребу нових автомобілів у високоякісному паливі.

Стандарт ЄВРО - це , фактично , екологічний стандарт , який жорстко та чітко контролює вміст токсинів в паливі. Зменшення їх кількості , як наслідок , значно поліпшує стан палива , яке визначається рівнем вмісту різних токсичних речовин : свинцю , сірки , бензолу та інших хімічних компонентів палива. Саме ці речовини у пальному і є найбільшими забруднювачами довкілля.

Згідно національним стандартам ДСТУ 4063-2001 "Бензини автомобільні. Технічні умови" бензини мають відповідати вимогам та нормам, прописаним нижче в таблиці 1.5:

Таблиця 1.5

**Вимоги та норми згідно національним стандартам ДСТУ**

Назва показника	Значення для марок					Метод випробування
	A-76	A-80	A-92	A-95	A-98	
1	2	3	4	5	6	7
1. Густина за температури 20 °С. кг/ма, у межах	700-760	700-760	725-780	725-780	725-780	За ГОСТ 3900 або АЗТМ 0 1298 [1]
2. Детонаційна стійкість:						
— октанове число за дослідним методом, не менше	-	80.0	92.0	95.0	98,0	За ГОСТ 8226 або АЗТМ О 2699
— октанове число за моторним методом, не менше	76.0	76.0	82.5	85.0	88,0	За ГОСТ 511 або АЗТМ 0 2700
3. Фракційний склад:						За ГОСТ 2177 або АЗТМ О 86

## Продовження таблиці 1.5

— температура початку перегонку °С, не нижче	30	30	30	30	30	
— 10 % переганяються за температури, °С, не вище	75	75	75	75	75	
— 50 % переганяються за температури, °С, не вище	120	120	120	120	120	
— 90 % переганяються за температури, °С, не вище	190	190	190	190	190	
— кінець кипіння, °С, не вище	215	215	215	215	215	
— залишок у колбі, %, не більше	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
— залишок і втрати, %, не більше	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
4. Тиск насичених парів бензину. кПа. не більше	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	За ГОСТ 1756 або АЗТМ О 323 [5]
5. Кислотність, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> бензину, не більше	3	3	3	3	3	За ГОСТ 5985 з доповн. за 8.3 цього стандарту або ГОСТ 1362, або АЗТМ й 974
6. Концентрація практичних смол, мг на 100 см <sup>3</sup> бензину, не більше						
— на місці виробництва	5	5	5	5	5	За ГОСТ 1567 або за ГОСТ 8489
— на місці споживання	10	10	10	10	10	або АЗТМ О 381

Продовження таблиці 1.5

7. Індукційний період бензину на місці виробництва. хп. не менше	360	360	360	360	360	За ГОСТ 4039 або АЗТМ О 525
8. Масова частка сірки, %, не більше	0.05	0.05	0.05	0,05	0.05	За ГОСТ 19121 або АЗТМ О 1266 , або АЗТМ О 2622.
9. Випробування на мідній пластинці						
10. Наявність водорозчинних кислот та лугів						
11. Наявність механічних домішок і води						
12. Колір	Безбарвний або блідо-жовтий					За 8.4 цього стандарту
13. Концентрація свинцю, г на 1 дм3 бензину, не більше	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	За ГОСТ 28828 або А8ТМ О 3237, або А5ТМО3341
14. Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, % мас, "" не більше	42	42	42	42	42	За ГОСТ 29040 або ЕМ 238
Масова частка бензолу, %, не більше	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	За ГОСТ 29040 або ЕМ 238
Масова частка кисню, %, не більше	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	За ЕМ 1601 або А5ТМ О 5845

Продовження таблиці 1.5

Масова частка кисневих сполук, %, не більше:						За ЕИ 1601
метанолу	3	3	3	3	3	
етанолу	5	5	5	5	5	
ізопропілового спирту	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	
ізобутилового спирту	15	15	15	15	15	
третбутилового спирту простих ефірів інших кисневих сполук з температурою кінця кипіння не вище 210 °С	10	10	10	10	10	

*Примітка 1. Для бензинів, створених нафтопереробними заводами України в період від 1 жовтня до 1 квітня, показник «Температура початку перегонки» не нормується.*

*Примітка 2. При виробництві бензинів допускається введення присадок та добавок, які допущені до застосування у встановленому порядку. Під час застосування присадок та добавок, що змінюють колір бензинів, показник «колір» не є бракувальним.*

*Примітка 3. Бензини, які створені для довготривалого зберігання (5 років) о Держрезерої і Міністерстві оборони України, зобов'язані мати індукційний період більше як 1200 хв. Примітка 4. При переробці сірчистих, високосірчистих нафт та газових конденсатів нафтопереробними заводами України дозволяється в бензинах всіх марок масова частка сірки не більш як 0,1 % до 31.12.2007.*

*Примітка 4. З 01.01.2008 встановлюється норма на масову частку сірки менше як 0,015 % для всіх марок бензинів.*

*Примітка 5. Під час виробництва вітчизняних бензинів нафтопереробними заводами України вміст ароматичних вуглеводнів не нормується до 01.01 2004 Визначення обов'язкове до*

*01.01.2006 сум. сод. аром. углев. не более 58 %*

*Примітка 6. Показник 16 «Масова частка кисню» визначається після розроблення національного стандарту на цей метод або після введення в дію на теренах України ЕИ 1601 [16] у разі введення у бензини кисневмісних добавок.*

*Примітка 7. Показник 17 «Масова частка кисневих сполук» не нормується до 01.01.2005, до розроблення та впровадження методів їх визначення.*

*Примітка 8. Дозволяється ВАТ «Лисичанськнафтооргсинтез» забарвлення бензинів барвником «Судан-синій-673» за чинними нормативними документами в концентрації не більш як 40 мг на 1 кг бензину.*

За національним стандартом ДСТУ 3868-99 "Паливо дизельне. Технічні умови" дизельне паливо має відповідати вимогам і нормам, зазначеним у таблиці 1.6:

*Таблиця 1.6*

#### **Вимоги і норми дизельного палива**

№ п/п	Найменування показника	Значення для марок		Метод випробувань
1	Цетанове число, не менше	45	45	По ГОСТ 31 22
2	Фракційний склад 50% переганяється при температурі, ° С, не вище	280	280	По ГОСТ 21 77 или АЗТМ 0 85 [1]
	96% переганяється при температурі, °С, не вище	370	370	
3	Кінематична в'язкість при температурі 20 °С, мм <sup>2</sup> / с	3,0-6,0	1,8-6,0	По ГОСТ 33 или АЗТМ 0 445 [5]
4	Температура застигання, ° С, не вище	-10	-25	По ГОСТ 20287

## Продовження таблиці 1.6

5	Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не нижче			По ГОСТ 6356 или АЗТМ 0 93 [2] или 130 2719
	для тепловозних і суднових дизелів і газових турбін	62	40	
	для дизелів загального призначення	40	35	
6	Масова частка сірки,%, не більше			По ГОСТ 191 21 или АЗТМ 0 1266 [7] или АЗТМ 04294 [10]
	виду I виду II виду III виду IV	0,05 0,10 0,20 0,50	0,05 0,10 0,20 0,50	
7	Масова частка меркаптанової сірки,%, не більше	0,01	0,01	По ГОСТ 17323 или АЗТМ 0 3227 [9]
8	Вміст сірководню	Відсутність	Відсутність	По ГОСТ 17323 или АЗТМ 0 3227 [9]
9	Випробування на мідній пластинці	Витримує	Витримує	По ГОСТ 6321 или 130 2160

## Продовження таблиці 1.6

10	Концентрація фактичних смол, мг на 100 см <sup>3</sup> палива, не більше	40	30	По ГОСТ 8489 или АЗТМ 0 381 [4]
11	Кислотність, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> палива, не більше	5	5	По ГОСТ 5985
12	Йодне число, г йоду на 100 г палива, не більше	6	6	По ГОСТ 2070
13	Зольність,%, не більше	0.01	0,01	По ГОСТ 1461 или АЗТМ 0 482 [6]
14	Коксівність 10%-го залишку,%, не більше	0,30	0,30	По ГОСТ 19932 или АЗТМ 0189[3]
15	Коефіцієнт фільтруємості, не більше	3	3	По ГОСТ 19006
16	Вміст механічних домішок	Відсутність	Відсутність	По ГОСТ 6370
17	Вміст води	Відсутнє	Відсутнє	По ГОСТ 2477 или АЗТМ 0 1744[8]
18	Щільність при температурі 20 ° С, кг/м <sup>3</sup> , не більше	860	840	По ГОСТ 3900 или 130 3675
19	Гранична температура фільтрування, ° С, не вище	-5	-15	По ГОСТ 22254

*Примітка 1. У дизельному паливі всіх марок після п'яти років зберігання дозволяється збільшення рівня кислотності на 1 мг КОН і концентрації фактичних смол на 10 мг на 100 см<sup>3</sup> палива.*

*Примітка 2. Допускається виробляти дизельне паливо виду IV з вмістом сірки не більше 0,5% до 01. 01. 2005*

*Примітка 3. За договором із споживачем дозволяється виробляти дизельне паливо марки Л з температурою згущування не вище 0 ° С без визначення граничної температури фільтроване , при мінімальній температурі повітря на місці застосування не нижче 5 ° С.*

*Примітка 4. За договором із споживачем дозволяється для АТ «Укртатнафта» виробляти і застосовувати паливо марки З з цетановим числом не менше 40.*

*Примітка 5. За договором з Міноборони України допускається виробляти і використовувати паливо з граничною температурою фільтрації не вище мінус 25 ° С.*

Національні стандарти ДСТУ 4063-2001 "Бензини автомобільні. Технічні умови" та ДСТУ 3868-99 "Паливо дизельне. Технічні умови" відповідають європейським нормам Євро 4 , Євро 5.

## **2.2.Види випробувальних циклів автомобілів**

Регулюючими компонентами відпрацьованих газів автомобілів являється оксид вуглецю СО, вуглеводні СН, оксиди азоту NO<sub>x</sub>, тверді частинки РМ. При тестуванні двигунів, які проводять відповідно до діючих правил, безпосередньо вимірюють концентрації у вихлопних газах лише цих речовин.

Аналіз складу відпрацьованих газів ускладнюється наявністю у них пари води, дисперсних частинок сажі, з'єднань свинцю і фосфору, оксидів заліза та інших елементів, що входять до складу конструкційних матеріалів, палив та мастил. Плюс до цього в автомобільному двигуну характерний широкий діапазон відхилень токсичних характеристик в залежності від режиму роботи, індивідуальних особливостей або ж технічного стану.

***Методи визначення концентрації оксиду вуглецю у відпрацьованих газах двигунів.***

Для визначення концентрації оксиду вуглецю (СО) у вихлопних газах двигунів використовують методику інфрачервоної спектроскопії (ІЧС). Його основа на використанні явища селективності поглинання інфрачервоного випромінювання оксидом вуглецю в області довжин хвиль 4,7 мкм. ІЧС-аналізатори відзначаються високою селективністю, стабільністю і надійністю показі

Випромінювачі 1 і 8 створюють два потоки інфрачервоного випромінювання, які в першу чергу проходять через фільтри 2 та 7, а далі – крізь кювети 3 та 6. Кювета 3 заповнена пробой газу, в якій потрібно встановити концентрацію CO, а кювета 6 – еталонним газом. Чим вищою буде концентрація CO у вимірювальній кюветі 3, тим більша частка від початкового потоку енергії випромінювання буде в ній поглинатися, і тим вищою буде різниця у потоках випромінювання, які потрапляють на детектори 4 та 5. Різниця у сигналах детекторів випромінювання 4 та 5 є параметром, який залежить від концентрації CO у пробі газів. Калібрування ІЧС-аналізатора із застосуванням газів із відомою концентрацією CO дозволяє одержати шкалу приладу в об'ємних частках (відсотках).

#### ***Методи визначення концентрації вуглеводнів у відпрацьованих газах***

Концентрацію вуглеводнів  $C_nH_m$  у вихлопних газах можна визначати завдяки методу інфрачервоної спектроскопії. Звичайно ІЧС-аналізатори калібрують по н-гексану або пропану. Дані прилади для визначення концентрації вуглеводнів не складні, проте вони не дозволяють чітко визначити концентрацію конкретних вуглеводнів у пробі. Окремі вуглеводні мають кожен свою смугу поглинання, тож результат вимірювань сильно залежить від складу суміші вуглеводнів у пробі газу.

Для більш точного визначення концентрації сумарних вуглеводнів у вихлопних газах широке застосування отримав метод полум'яно-іонізаційного детектування (ПІД). У ПІД-аналізаторах застосовується ефект зміни електричного опору водневого полум'я при поєднанні його з вуглеводнем.

Полум'я хімічно чистого водню характеризується суттєвим електричним опором. При додаванні вуглеводнів у полум'я його електропровідність збільшується пропорційна кількість доданих атомів вуглецю. Структура молекул вуглеводнів не впливає на вимірюваний ефект, як у ІЧС каталізаторі, тож результати вимірювань, отримані методом ІЧС і ПІД, відрізнятимуться.

#### ***Визначення концентрації оксиду азоту у відпрацьованих газах***

Для визначення концентрації оксидів азоту також застосовують ІЧС-методи також хімічні методи, засновані на реакціях діоксиду азоту з певними реактивами. ІЧС-аналізатори оксидів азоту портативні і прості в обслуговуванні, проте мають обмежену селективність. Прилади хемілюмінесценції на даний момент найпопулярніші у використанні.

У аналізаторі, що використовує явище хемілюмінесценції, NO окислюють озоном (O<sub>3</sub>) у реакційній камері. Під час цього утворюється

збуджена молекула NO<sub>2</sub>, яка виділяє при переході в стійкий стан енергію у вигляді кванта світла. Озон, надзвичайно важливий для роботи приладу, отримують з повітря. Чим більше буде молекул NO у пробі газу, тим більше за одиницю часу буде утворюватися квантів світла, і тим більшою буде інтенсивність світності об'єму реакційної камери, заповненої пробою.

На сьогодні апаратура дозволяє визначати за допомогою спеціальної апаратури підсилення та реєстрації сигналу інтенсивність світності об'єму, заповненого пробою газу. Перед початком вимірювань газоаналізатор має бути відкаліброваним з використанням газових сумішей з відомою концентрацією оксиду азоту. Для вимірювання концентрації нормованих шкідливих речовин (CO, CH, NO<sub>x</sub>) наразі застосовують автоматизовані комплекси газового аналізу безперервної дії.

### *Методи визначення концентрації канцерогенних вуглеводнів у відпрацьованих газах*

Найпомітнішим внеском викидів канцерогенних вуглеводнів у загальний рівень забруднення повітря є автомобілі. Попри це, викиди канцерогенних вуглеводнів з вихлопними газами автомобільних двигунів поки що не нормовані. Для пояснення причин існуючої ситуації подивимося на перелік основних етапів робіт з визначення концентрації БП як індикатора наявності канцерогенних речовин у відпрацьованих газах двигунів.

Апаратура, яку застосовують, дозволяє проводити дослідження як на окремих режимах роботи двигуна, так і за їздовими циклами на бігових барабанах.

Для уловлювання БП з потоку відпрацьованих газів використовують метод фільтрації проби, попередньо охолодженої у спеціальному охолоджувачі до температури 350-370 К, на аерозольному фільтрі, виготовленому з фільтруючої тканини Петрянова типу ФПП-15.

По закінченню випробувань автомобіля за їздовим циклом фільтруючий елемент виймають з корпусу фільтра, кладуть у стакан з нержавіючої сталі і заливають перегнаним бензолом. Стакан поміщають в ультразвукову установку УЗУ-0,25, яка утворює коливання частотою 18 кГц, і проводять екстрагування протягом 15 хв. Після цього екстракт із стакану зливають у чисту колбу, а стакан з фільтруючим елементом заливають чистим бензолом та повторно екстрагують в ультразвуковій установці протягом 15 хв. Далі зливають бензол другого екстрагування у колбу з бензолом першого екстрагування.

Концентрація БП у бензолі після екстрагування є мінімальною, тож для її збільшення бензол випаровують у ротаційному вакуумному випарнику до об'єму 10 мл.

Аби очистити одержаний екстракт від домішок, проводять фракціонування із застосуванням адсорбційної хроматографії у тонкому шарі.

Трохи згодом екстракт розчиняють у н-октані і заморожують у рідкому азоті ( $T = 77 \text{ K}$ ).

Визначення кількості БП у замороженому розчині екстракту в н-октані проводять за методом спектрального аналізу на спектрометрі комбінованого розсіювання, наприклад типу ДФС-12 або ДФС-24.

Такий перелік показує тільки основні етапи робіт, які потрібно виконати для визначення концентрації БП у вихлопних газах автомобілів. З цього ми можемо зробити висновок, що викиди канцерогенних вуглеводнів досі не нормовані внаслідок складності визначення їх вмісту у відпрацьованих газах навіть в умовах дослідницьких центрів.

Опосередкованим показником наявності канцерогенних вуглеводнів у відпрацьованих газах двигунів являється димність, що спричинена сажовими частинками. На них залишається основна маса канцерогенних вуглеводнів. Тож заходи, спрямовані на зниження димності, одночасно призводять до зменшення викидів канцерогенних речовин.

Викиди альдегідів (RCHO) як окремої складової шкідливих речовин вихлопних газів наразі не нормують. Проте у дослідницьких центрах, які спеціалізуються на відпрацюванні робочого процесу, ці викиди визначають. Контроль концентрації альдегідів ускладнений через їх нестабільність, високу реакційну спроможність і невеликі концентрації. Один з методів визначення вмісту альдегідів у відпрацьованих газах побудований на реакції цих з'єднань з 2,4-дінитрофенілгідразином (2,4-ДНФГ). Реєстрацію гідразонів – продуктів реакції RCHO та 2,4-ДНФГ – здійснюють гравіметричним або спектрофотометричним способом.

Альдегіди являються продуктами неповного окиснення вуглеводнів, під час застосування полум'яно-іонізаційного детектування вони будуть ураховані і включені у загальну кількість вуглеводнів.

Димність вихлопних газів двигунів є характеристикою їх оптичних властивостей. Вона спричинена присутністю твердих частинок та багатоатомних газів, здатних до поглинання, розсіювання та випромінювання світлового потоку.

Димність сприймається візуально як зниження прозорості та присутності певного кольору вихлопних газів. В більшості випадків чорний колір обумовлений присутністю в них сажових частинок, через неповне згоряння палива. Гази набувають синього кольору у випадку присутності аерозолів масла, яке потрапляє із системи змащування в камеру згоряння. Білий колір часто буває на режимі прогрівання двигуна і говорить про наявність у відпрацьованих газах легких вуглеводнів.

Димність вихлопних газів технічно справних двигунів з примусовим запалюванням мала, тож її не нормують.

Для дизелів в Україні та Росії димність є нормованим показником. Кількісну оцінку димності вихлопних газів дають в умовних одиницях, які залежать від застосованого методу її визначення.

Сьогодні застосовують два основні методи вимірювання димності відпрацьованих газів:

- фільтрацією проби відпрацьованих газів визначеного об'єму крізь стандартний паперовий фільтр з наступним виміром ступеня чорноти фільтра;
- вимірюванням ступеня ослаблення світлового випромінювання при проходженні крізь вимірювальний канал певної довжини (зазвичай 0,43 м).

Найбільш легким, дешевим та швидким є метод фільтрації проби, створений фірмою Bosch.

За таким методом заданий об'єм відпрацьованих газів (звичайно 300-330 см<sup>3</sup>) втягують поршневым насосом 1 через пробовідбірник 4 через жиклер 3, а далі – крізь круглий паперовий фільтр 2 діаметром 40 мм з діаметром пор близько 4,5 мкм. Тверді частинки, які спричиняють димність газу, утримуються фільтром 2, через що його колір стає іншим. Чим більше буде частинок у пробі газів, тим більшим буде ступінь забруднення фільтра та зміна його кольору. Коли відбулося прокачування проби газу колір фільтра порівнюють із тоною шкалою.

Для автоматизації процесу вимірювання за допомогою насосного димоміру димність визначають шляхом вимірювання інтенсивності світла, відбитого від пробного фільтра, розташованого у вимірювальному приладі. Світло, відбите від фільтра, попадає на фоточутливу пластину і змінює силу електричного струму в контурі, до якого під'єднана вимірювальна шкала.

Через те що вимірювання димності за допомогою приладу типу Бош займає доволі багато часу, то цей тип приладів придатний тільки для вимірів димності на сталих режимах. До плюсів даного типу приладів слід віднести

простоту і мобільність, що дозволяє виконувати вимірювання димності вихлопних газів автомобіля у «польових» умовах.

За методом визначення оптичної густини потоку газів працюють оптичні димоміри (наприклад, фірми «Хартридж»)

Газ із випускного трубопроводу двигуна безперервно подають у проточну кювету а потім його викидають в повітря. Джерело світла просвічує газ у кюветі. Збільшення оптичної густини потоку газу буде викликати збільшення ступеня ослаблення потоку світла на виході з кювети. Ослаблений потік світла потрапляє на фотоелемент, фотострум якого змінюється залежно від оптичної густини газу в кюветі.

Димоміри типу «Хартридж» можуть фіксувати димність як на сталих, так і на перехідних режимах. Проте вони складні, громіздкі та важкі, через це їх використовують переважно при стендових випробуваннях дизелів.

Прилади типу «Бош» і «Хартридж» показують результати вимірювань димності у різних умовних показниках.

Шкала Бош поділена на 10 одиниць димності. За даною шкалою 0 відповідає чистому фільтру, а 10 – повному поглинанню світла поверхнею фільтра.

Показником димності за методом фірми «Хартридж» є або натуральний показник ослаблення потоку світла  $K$ , м-1, або коефіцієнт ослаблення потоку світла  $N$ , %.

Коефіцієнт ослаблення потоку світла  $N$  показує ступінь ослаблення потоку світла при проходженні його крізь стовп вихлопних газів звичайної довжини ( $L = 0,43$  м).

#### ***Прилади для вимірювання шуму.***

Шум належить до параметричних видів забруднення навколишнього середовища. Він поширюється як коливання повітря із частотою звукових коливань  $f = 16-20000$  Гц.

Для опису даних процесів поширення звукових коливань беруть терміни та поняття акустики, деякі з них наведені нижче.

Швидкість звуку  $c$ , м/с, у різних середовищах є різною та залежить від частоти звукових коливань  $f$ .

Звуковий тиск  $p$ , Па – це тиск, який періодично змінюється при проходженні звукової хвилі. Ефективне (середньоквадратичне) значення звукового тиску називають  $A$ -скорегованим значенням. Якщо при вимірюванні шуму використовують ефективні значення акустичних параметрів, то в позначеннях одиниць вимірювання додатково пишуть ( $A$ ).

Звукова потужність  $P$ , Вт – потужність, яку у вигляді коливань випромінює джерело звуку.

За рівень шуму приймають рівень звукового тиску, який створює автомобіль. Для безпосереднього визначення акустичних характеристик автомобілів застосовують:

- конденсаторні мікрофони для визначення рівня звукового тиску  $p$ , дБ(А);
- камери для акустичних вимірювань, які мають стінки, що поглинають звук;
- акселерометри з пьезокварцевими датчиками для вимірювання коливань конструкції автомобіля;
- лазерні вимірювачі для безконтактного визначення вібрацій елементів конструкції автомобіля.

### **2.3.Методи покращення екологічних характеристик автомобільних двигунів.**

#### ***Вплив параметрів роботи двигуна на його токсичність.***

В умовах використання бензинових двигунів із примусовим запалюванням (карбюраторних та інжекторних) можливим є вплив на техніко-економічні та екологічні показники автомобільного двигуна шляхом зміни таких регульовальних параметрів:

- вміст паливно-повітряної суміші (з урахуванням режиму роботи), який характеризується коефіцієнтом надлишку повітря; – кут випередження запалювання.

Вручну зазначені настройки можуть бути змінені для карбюраторних двигунів застарілих моделей.

У новітніх інжекторних двигунах усі ці настройки змінюються в процесі роботи за командами бортового мікропроцесора безперервно, автоматично, з урахуванням режиму роботи.

В умовах використанні сучасних автомобільних дизелів можливим є вплив на такі регульовальні параметри:

- кут випередження впорскування палива;
- невелика частота обертання колінчастого вала на холостому ході;
- настроювання обмежувача димлення у двигунах із турбонадуванням (якщо присутній обмежувач димлення);
- настроювання регулятора рециркуляції відпрацьованих газів (якщо він наявний);

- температура наддувного повітря після проміжного охолоджувача (при умові присутності охолоджувача наддувного повітря);
- налаштування системи регулювання тиску наддувного повітря (якщо присутня система регулювання тиску наддування).

У сучасних автомобільних дизелів усі ці настроювання виконуються у процесі роботи за командами бортового мікропроцесора безперервно, автоматично, з урахуванням режиму роботи.

***Вплив складу паливо-повітряної суміші і кута випередження запалювання на токсичність відпрацьованих газів.***

Основним регулювальним параметром, що визначає потужність, економічні і токсичні властивості двигуна, є склад паливноповітряної суміші, який характеризується коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha$ .

Схематично характер впливу  $\alpha$  на потужність  $Ne$ , питому ефективну витрату палива  $g_e$ , викиди токсичних речовин з вихлопними газами  $e_i$  ( $e_{CO}$ ,  $e_{CH}$ ,  $e_{NOx}$ ) для бензинового двигуна з іскровим запалюванням. Типовим є те, що максимальна потужність бензинового двигуна досягається при  $\alpha = 0,85...0,95$ , а найкраща паливна економічність – при  $\alpha = 1,05...1,15$ . Для інших палив схема, може трохи іншою.

Безперервне зменшення викидів продуктів неповного згорання пояснюється тим, що зі збільшенням  $\alpha$  збільшується кількість кисню у зоні згорання, а це робить кращими умови для повного згорання. Збільшення викидів  $CH$  при  $\alpha > 1,2$  пояснюють зниженням надійності запалювання і згорання паливоповітряної суміші при високих  $\alpha$ .

Максимум викидів  $NOx$  досягається при  $\alpha = 1,05...1,08$ . При подальшому збільшенні  $\alpha$  концентрація оксиду азоту починає теж знижуватися. Це пояснюється тим, що при малих  $\alpha$  існує конкуренція у споживанні кисню між вуглеводнем та азотом, і кисню для окиснення азоту не вистачає. Зі збільшенням  $\alpha$  з'являється кисень, який може бути використаний для окиснення азоту повітря. При  $\alpha > 1,1$  концентрація оксидів азоту у відпрацьованих газах, незважаючи на не маленьку кількість кисню, починає знижуватися, що спричинено зменшенням максимальної температури робочого тіла.

Економічні та екологічні показники бензинового двигуна з примусовим запалюванням :

Зі збільшенням кута випередження запалювання зростає максимальний тиск і температура робочого тіла в циліндрі. Це призводить до збільшення кількості оксидів азоту, що викидаються з вихлопними газами.

На концентрацію CO кут випередження запалювання практично не впливає. Зменшення викидів СН при зменшенні кута випередження запалювання спричинене збільшенням температури вихлопних газів, що створює сприятливі умови для кращого окиснення незгорілих вуглеводнів у випускній системі двигуна.

Існує негативний зв'язок між паливною економічністю двигуна лише за рахунок зміни кута випередження запалювання та складу паливо-повітряної суміші позбавитися одночасно усіх токсичних речовин, які мають вихлопні гази.

Є три варіанти регулювань системи паливоподачі, які забезпечать:

1. мінімальну кількість викидів оксиду азоту при значних викидах продуктів неповного згоряння ( $\alpha < 0,9$ );
2. мінімум викидів продуктів неповного згоряння при великих викидах оксидів азоту ( $\alpha = 1,1 - 1,2$ );
3. компромісний рівень викидів ( $\alpha = 0,98 - 0,99$ ).

Вибір того чи іншого варіанта регулювань залежить від застосування на автомобілі додаткових заходів з нейтралізації шкідливих компонентів відпрацьованих газів у випускній системі.

Якщо застосовують окиснювальні нейтралізатори, то систему живлення настроюють на роботу на багатій суміші з мінімальними викидами NOx. Потім у випускную систему подають додаткове повітря, дякуючи якому продукти неповного згоряння окиснюються за допомогою нейтралізатора до продуктів повного згоряння.

Якщо застосовують нейтралізатори, які забезпечують відновлення NOx, то паливну систему регулюють на забезпечення бідної суміші з мінімальними викидами продуктів неповного згоряння. Оксиди азоту в нейтралізаторі відновлюються до молекулярного азоту.

Зараз в світі стали поширені трикомпонентні нейтралізатори вихлопних газів, які забезпечують нейтралізацію оксидів азоту, оксиду вуглецю та вуглеводнів.

Знизити викиди оксидів азоту з відпрацьованими газами ДВЗ можливо шляхом рециркуляції вихлопних газів із випускної системи во впускний колектор. Рециркуляція призводить до збільшення коефіцієнта залишкових газів.

Оскільки залишкові гази мають підвищену кількість триатомних газів (CO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>O), які мають більшу теплоємність, ніж повітря, то на їх нагрівання витрачається певна кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива. Як наслідок температура продуктів згоряння у разі

збільшення коефіцієнту залишкових газів у циліндрі двигуна буде зменшеною. Крім того, підвищення кількості залишкових газів зумовлює зменшення концентрації кисню у циліндрі двигуна. Дані фактори сприяють зменшенню швидкості реакції утворення NOx в процесі згорання.

При рециркуляції досягається зниження викидів оксидів азоту, але в той самий час збільшуються викиди вуглеводнів. Ступінь рециркуляції на рівні  $R_c = 10...12\%$  забезпечує помітне зниження (на 60...80 %) викидів оксидів азоту при незначному збільшенні викидів вуглеводнів та питомої ефективної витрати палива.

Рециркуляція ефективна лише на режимах середніх навантажень. У двигуні з примусовим запалюванням на режимах зовнішньої швидкісної характеристики рециркуляцію застосовувати некоректно, тому що на цих режимах суміш звичайно є збагаченою, а викиди оксидів азоту на режимах зовнішньої швидкісної характеристики, як правило, не великі. На додаток підвищення кількості залишкових газів у циліндрі не дозволяє мати максимальну потужність двигуна.

Рециркуляцію, яка дозволяє ефективно знижувати викиди оксидів азоту, але призводить до деякого підвищення викидів продуктів неповного згорання, доцільно поєднувати із застосуванням окиснювальних нейтралізаторів продуктів неповного згорання.

Кут випередження впорскування палива є регульованим параметром, який дозволяє впливати на показники паливної економічності та токсичності дизелів.

Зменшення кута випередження впорскування призводить до зниження питомих викидів NOx, але при цьому збільшуються викиди сажі і питома витрата палива. Викиди CO, CH і альдегідів практично незмінні.

Причина зниження питомих викидів оксидів азоту при зменшенні кута випередження впорскування палива полягає в тому, що при більш пізньому впорскуванні зменшується максимальна температура циклу.

У дизелях, які мають паливну систему безпосереднього впорскування, обмеження максимальної подачі палива можна здійснити шляхом зміни положення упору, який регламентує хід органа керування подачею палива (рейки або дозатора паливного насоса високого тиску). При застосуванні електронних регуляторів частот обертання колінчастого валу обмеження максимальної подачі палива може бути здійснено шляхом зміни відповідних налаштувань регулятора.

Крім обмежень на максимальну подачу палива на сучасних дизелях з газотурбінним наддуванням використовують так би мовити «обмежувачі

димлення», які встановлюють верхню межу для циклової подачі палива в залежності від поточного тиску надувного повітря.

Обмеження максимальної подачі палива здійснюється на режимах зовнішньої швидкісної характеристики або в перехідних процесах. Його метою є встановлення нижньої межі для значення коефіцієнта надлишку повітря.

Коефіцієнт надлишку повітря є тим параметром, який найбільше впливає на характеристики процесу згоряння палива і, таким чином, на показники паливної економічності та токсичності двигуна. При малому значенні коефіцієнту надлишку повітря виникають дефіцит кисню для згоряння та умови для неповного згоряння, що супроводжується утворенням газоподібних продуктів неповного згоряння та сажі.

Обмеження циклової подачі на 30 % від номінальної призводить до зменшення викидів CO, CH та сажі на 70 – 80 % .

Зниження викидів сажі в результаті обмеження максимальної подачі палива буде спостерігатися при максимальних навантаженнях, при пуску двигуна, після переключення передач при розгоні.

Негативним наслідком застосування обмежень на максимальну подачу палива буде зменшення максимальної потужності двигуна та збільшення тривалості перехідних процесів.

Основним засобом збільшення питомої потужності дизелів є застосування наддування, яке полягає у попередньому стисканні повітря у додатковому компресорі перед подачею його у циліндри. Сьогодні використовують переважно відцентрові компресори, які приводяться в дію від турбіни або від колінчастого валу. Можливою є також комбінація цих двох способів.

У процесі підвищення тиску температура повітря зростає і буде тим більшою, чим більшим буде ступінь підвищення тиску в компресорі. Занадто велика температура після компресора (понад 70...80 °C) згубно впливає на показники паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів, а також на теплову напруженість основних деталей двигуна.

Для поліпшення показників дизелів із наддуванням можна шляхом застосування охолодження надувного повітря після компресора. Охолодження повітря збільшує густину заряду на впуску, повноту згоряння палива й в той самий час обмежує зростання температури наприкінці такту стиску, незважаючи на більш високий тиск у циліндрі. В наслідку форсовані дизелі мають такі ж самі концентрації NOx у відпрацьованих газах, як і дизелі меншої потужності без наддування.

Характеристика тепловиділення у процесі згоряння багато в чому залежить від закону подачі палива і характеру сумішоутворення. Розробляються різні пристрої керування подачею палива, які прискорюють процес дифузійного згоряння при збереженні незмінної загальної тривалості процесу згоряння і обмежують об'ємне згоряння, яке супроводжується інтенсивним утворенням NOx.

Зараз дедалі більшого застосування набувають системи послідовного впорскування кількох порцій палива (багатофазне впорскування). Дане впорскування дозволяє підвищити середній індикаторний тиск і знизити емісію оксидів азоту при збереженні обмежень на максимальний тиск і жорсткість процесу згоряння. Тож, навіть у найпростішому випадку подачі палива у два етапи (спершу подається запальна порція палива у кількості 15...18 % від загальної, а через певний час – основна подача) при незмінній паливній економічності досягається зменшення концентрації NOx у вихлопних газах на 25-30 % і димності цих газів на 60 -80 %.

У паливних системах безпосереднього впорскування ступінчасту подачу палива можна здійснити додатковим виступом на кулачковому валі паливного насоса високого тиску. Однак вище наведені системи не набули широкого практичного використання внаслідок того, що вони не забезпечують поліпшення показників упорскування на всіх режимах роботи двигуна.

Ефективне використання принципу ступінчастого впорскування забезпечують сучасні паливні системи акумуляторного типу з електронним управлінням роботи електромагнітних або п'єзокварцових форсунок (приміром, система Common Rail).

***Типи пристроїв, які застосовують для зменшення викидів токсичних речовин з відпрацьованими газами на автомобілях.***

Для того щоб зменшити викиди шкідливих речовин новітні автомобілі обладнують спеціальними пристроями для обробки вихлопних газів у випускній системі двигуна.

Пристрої, які лише вилучають із потоку відпрацьованих газів шкідливі речовини і затримують їх без зміни хімічного складу, звать фільтрами.

Пристрої, призначені для обробки відпрацьованих газів, яка супроводжується зміною хімічного складу окремих речовин, звать нейтралізаторами. Нейтралізатори встановлюються у випускній системі. Іноді вони мають вигляд глушника і окрім знешкодження шкідливих речовин додатково виконують функцію даного пристрою.

В залежності від того, які згубні речовини у вихлопних газах необхідно знешкоджувати, у нейтралізаторах відбуваються певні хімічні реакції:

– окиснювання – для нейтралізації продуктів неповного згоряння (СО, СН, альдегіди);

– відновлення – для нейтралізації оксидів азоту.

Відповідно до типу реакцій, які в них відбуваються, нейтралізатори ділять на окиснювальні та відновлювальні.

У таких трикомпонентних нейтралізаторах відбуваються як реакції окиснювання шкідливих продуктів неповного згоряння та реакції відновлення оксидів азоту.

Для збільшення швидкості хімічних реакцій і забезпечення високого ступеня перетворення шкідливих речовин у нешкідливі реакції потрібно проводити з каталізатором або при високій температурі реагентів. В залежності від способу прискорення реакцій нейтралізатори є каталітичні і термічні.

Принципово можливим є використання рідинних нейтралізаторів, однак на автомобільному транспорті вони не набули широкого поширення внаслідок великих габаритів і складності експлуатації. Часто використовують нейтралізатори, які мають каталізатор, нанесений на твердий блок-носій.

У якості каталізаторів використовують різноманітні речовини: благородні метали (платину, паладій, родій), або ж оксиди різних металів. Найкращі показники ефективності нейтралізатора забезпечують каталізатори із благородних металів.

Блок-носій каталітичного нейтралізатора виготовляється з кераміки стільникової структури, гофрованої фольги з нержавіючої сталі товщиною 0,1...0,5 мм або у вигляді сферичних гранул з оксиду алюмінію, що укладаються в металевий циліндр, закритий з торців сітками. Щоб знизити вібраційні навантаження з боку двигуна нейтралізатор приєднується до випускного трубопровода через компенсатор коливань.

Каталізатори, які використовують для прискорення окиснювання СО і СН, зазвичай містять 2...5 г платини і паладію. Ступінь каталітичного перетворення СО при температурі відпрацьованих газів  $t > 400$  °С може бути 95...99 %.

Окиснювальні нейтралізатори створені для перетворення продуктів неповного згоряння вуглеводнів (СО і  $C_nH_m$ ) у продукти повного згоряння (СО<sub>2</sub> і Н<sub>2</sub>О).

Для того, щоб це перетворення змогло завершитися за короткий час, протягом якого відпрацьовані гази ДВЗ проходять через нейтралізатор,

останній повинен мати каталізатор (бажано, із благородних металів) для створення оксидного середовища і підтримувати температуру в каталізаторі в межах 250...800 °С. При  $t < 250$  °С ефективність каталізатора низька, а при  $t > 1000$  °С нейтралізатор дезактивується внаслідок спікання маленьких кристалів платини, що призводить до руйнування ділянок платинової поверхні.

Дезактивація каталізатора дуже велика протягом перших 20 тис. км пробігу, а далі до 80 тис. км пробігу вона, як правило, мала. Особливо швидко дезактивація створюється при використанні етилованого бензину, тож робота на цьому паливі при наявності на автомобілі каталітичного нейтралізатора неприпустима. При експлуатації температура у нейтралізаторі має бути в межах 400...600 °С.

Якщо на виході з нейтралізатора кількість вуглеводнів велика, то можна зменшити кут випередження запалювання. Це підвищить температуру в нейтралізаторі і відповідно знизить викиди СН, але паливна економічність двигуна стане гіршою.

Коли нейтралізатор розташовано близько до випускного колектора, то при холодному пуску в ньому швидше досягається температура початку роботи. Водночас при цьому збільшується експлуатаційна температура, що може сприяти дезактивації каталізатора.

Для роботи системи з каталітичним оксидним нейтралізатором при використанні у двигуні збагачених сумішей до відпрацьованих газів слід додати кисень. Для цього використовують спеціальні повітряні насоси чи ж клапанні пристрої (віброклапани, пульсатори), що функціонують під дією хвиль розрідження, які виникають у системі випуску.

Застосування каталітичного оксидного нейтралізатора є вірним при забезпеченні викидів оксидів азоту, нижче значень, дозволених нормами. Обладнання автомобілів оксидними каталітичними нейтралізаторами (за умови використання неетилованого бензину) дозволяє значною мірою знизити викиди СО і СН.

Для новітніх автомобілів, які мають бензинові двигуни з іскровим запалюванням, неможливе виконання жорстких норм на викиди оксидів азоту (приміром Євро 3) шляхом використання лише рециркуляції відпрацьованих газів та пізнього запалювання. Тож для виконання даного завдання варто застосовувати трикомпонентний каталітичний нейтралізатор, у якому одночасно відбуваються реакції відновлення оксиду азоту до молекулярного азоту та окиснення оксиду вуглецю і вуглеводнів до діоксиду

вуглецю та  $H_2O$ . Тому що в цих нейтралізаторах проходять як реакції відновлення, так і реакції окиснювання, їх ще звать біфункціональними.

Найкращим каталізатором для реакції відновлення оксидів азоту являється родій, а для реакцій окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів – платина і паладій.

При відновленні оксиду азоту може утворюватись аміак  $NH_3$ , який сам по собі є дуже шкідливою речовиною. Умовою отримання мінімальної кількості аміаку після нейтралізатора є робота двигуна на стехіометричних сумішах, тобто з коефіцієнтом надлишку кисню  $\alpha = 1$ .

Ступінь перетворення і-ї шкідливої речовини на нешкідливу оцінюють коефіцієнтом перетворення  $K_i$ , %, який визначають за формулою

де  $C_{iвх}$  – концентрація і-ї речовини на вході в нейтралізатор;  $\Delta C_i$  – зміна концентрації і-ї речовини в нейтралізаторі.

Значення  $K_i$  для кожної речовини залежить від коефіцієнта надлишку повітря  $\alpha$ .

Аналіз залежностей дозволяє зробити висновок, що у двигунах з примусовим запалюванням найефективніше одночасне знешкодження оксиду вуглецю, оксиду азоту та вуглеводнів відбувається за умов підтримання коефіцієнту надлишку повітря на рівні  $\alpha \approx 0,99 \dots$

У загальній приведеній токсичності відпрацьованих газів дизелів із нормованих шкідливих речовин найбільша частка належить оксиду азоту  $NO$ . Адже в дизелях коефіцієнт надлишку повітря значно більший за одиницю, застосувати трикомпонентний нейтралізатор для знешкодження  $NO$  неможливо. Тому у випадках, коли зменшення викидів  $NO$  шляхом впливу на процес згоряння у циліндрі є недостатнім, слід застосувати інші методи відновлення оксиду азоту до молекулярного азоту. Щоб вирішити дане питання застосовують нейтралізатори, які носять назву  $DENOX$ .

Як каталізатор у нейтралізаторі  $DENOX$  використовують мідь і цеоліт (працездатні при  $t > 350$  °C) або платину та цеоліт (працездатні при  $t > 200$  °C).

Для виконання норм Євро 4 необхідно вилучати тверді частинки з потоку відпрацьованих газів дизелів. Прибрати тверді частинки (сажу) з потоку відпрацьованих газів можна за допомогою фільтрів, фільтрувальні елементи яких виготовляють, як правило, з пористої кераміки. Але фільтри швидко забруднюються сажею та їх гідравлічний опір збільшується. Тож фільтрувальні елементи необхідно періодично замінити та регенерувати.

У новітніх автомобілях з дизелями застосовують регенерацію фільтрів шляхом періодичного випалювання забруднень. Для такого процесу

температуру відпрацьованих газів, у яких є вільний кисень, підвищують до рівня, при якому починається горіння сажі. Найчастіше підвищення температури забезпечує пальник, що працює на дизельному паливі, установлений у випускній системі перед фільтром. Цей підігрівач схожий до електрофакельного підігрівача, який використовують для підігрівання впускного повітря у впускному колекторі при пуску дизеля в холодну пору року. Продукти згоряння, які утворюються при роботі пальника, підігривають вихлопні гази.

Є певні схеми регенерації фільтрів, у яких застосовують електричний підігрів фільтрувального елемента.

### ***Заходи для зменшення шуму двигуна***

Під час руху автомобіля шум з'являється внаслідок одночасної дії багатьох чинників, наприклад: роботи двигуна та трансмісії, збурення повітря, яке обтікає кузов машини, взаємодії між шинами та дорожнім покриттям, вібрації елементів кузова, роботи кондиціонера. Основне джерело шуму, що створюється автомобілем – це двигун.

В залежності від походження шуму класифікація джерел шуму в ДВЗ може бути такою:

1. Шум аеродинамічного походження, зумовлений збуреннями потоків повітря чи відпрацьованих газів у системах впуску, випуску та охолодження двигуна.

2. Шум, спричинений коливаннями зовнішніх поверхонь двигуна, обумовлений:

– ударами при вибиранні зазорів між деталями (у механізмі газорозподілу, між поршнями та гільзами, у підшипниках, форсунках та паливних насосах високого тиску дизелів);

– швидким наростанням тиску в циліндрі у процесі згоряння.

3. Шум від коливань двигуна на підвісці, спричинений:

– нерівноваженістю сил інерції або моментів сил інерції мас деталей, що рухаються;

– нерівномірністю крутного моменту, який сприймається підвіскою.

Частка впливу кожного чинника на загальний рівень шуму для двигунів різних типів та конструкцій не має спільного.

Газодинамічний шум залежно від режиму роботи може містити складові в області низьких, середніх та високих частот. Рівень шуму від системи випуску більший, ніж від системи впуску, так як внаслідок високої

температури вихлопних газів їх об'ємна витрата та швидкість течії більша, ніж у впускній системі.

Рівень шуму від автомобільних двигунів знижують таким чином:

- капотуванням та звукоізолюючими перегородками;
- конструктивними заходами; – встановленням глушників.

Чим більше маса капоту, тим більше його ефективність з точки зору звукоізоляції.

До основних конструктивних заходів, спрямованих на зниження рівня шуму від ДВЗ, відносять такі:

- оптимізація конструкції блоку циліндрів та головки блока;
- зменшення зазору між поршнем і гільзою циліндра;
- збільшення довжини юбки поршня;
- застосування дезаксіального кривошипно-шатунного механізму;
- застосування безударних профілів кулаків розподільних валів;
- застосування гідравлічних штовхачів клапанів;
- збільшення товщини стінки втулки циліндра;
- застосування у приводі механізму газорозподілу пластмасових і косозубих шестерен, беззазорних шестеренчатих передач, пасових передач;
- підвищення ступеня врівноваженості сил і моментів сил інерції, а також рівномірності крутного моменту;
- зменшення швидкості наростання тиску згоряння.

Рівень шуму дизеля значною мірою визначається жорсткістю згоряння, яка, у свою чергу, обумовлена прийнятим способом сумішоутворення. Найменший рівень шуму мають дизелі з плівковим сумішоутворенням, а також із розділеними камерами згоряння. Найбільший рівень шуму мають дизелі з нерозділеними камерами згоряння та об'ємним сумішоутворенням.

У двигунів із примусовим запалюванням у разі нормальної роботи швидкість збільшення тиску при згорянні помітно нижча у порівнянні з дизелями, тому шум від згоряння незначний. При таких порушеннях згоряння, як детонація та передчасне самозаймання, жорсткість згоряння та відповідно рівень шуму від двигуна будуть збільшуватись.

Глушники застосовують у системах впуску повітря та випуску відпрацьованих газів для зниження шуму аеродинамічного походження. За принципом дії глушники розрізняють на активні і реактивні.

В активних глушниках енергія коливань газового потоку перетворюється на теплоту при проходженні хвилі крізь опір (сітка, перфоровані листи, матеріали, що поглинають звук).

ВГ – вихлопні гази

Реактивні глушники мають розширювальну камеру або пару резонансних камер. Зменшення амплітуди коливань в цих камерах помітний внаслідок розширення газів, відбивання звукових хвиль.

Реактивні глушники добре вбирають низькочастотний шум, а активні – високочастотний, тож у випускних системах сучасних автомобілів застосовують комбінацію глушників обох типів. У впускних системах роль глушника виконує повітряний фільтр.

#### **2.4.Процеси утворення та склад шкідливих речовин при роботі двигунів.**

Значна кількість токсичних речовин, які викликають інгредієнтне забруднення повітря, утворюється у процесі горіння палива в циліндрах ДВЗ або в камерах згоряння теплових двигунів інших типів (газотурбінних, двигунів із зовнішнім підведенням теплоти...)

У разі порушень нормальної течії процесу горіння можливе утворення шкідливих речовин у випускній системі.

Оснoву процесу горіння складають реакції окиснення горючих речовин палива, у яких вихідні речовини перетворюються у нові речовини з іншими фізичними та хімічними властивостями, що зветься продуктами згоряння.

Горіння палива – є активним окисним процесом, який супроводжується інтенсивним виділенням теплоти при високих температурах.

Як правило, до складу горючої маси палива входять вуглець С, водень Н, сірка S. Крім того, до складу елементної маси палива можуть входити у незначній кількості негорючі елементи, зокрема азот N та кисень O. Процес згоряння полягає в окисненні горючих складових маси палива з утворенням продуктів повного та неповного згоряння.

При повному згорянні утворюються CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>.

Реальне горіння, як правило, є неповним. Буває механічна і хімічна неповнота горіння. У першому випадку деяка кількість палива у процесі горіння участі не бере.

Хімічна неповнота горіння виникає у випадку неповного окиснення вуглеводнів з утворенням оксиду вуглецю CO, сажі С, водню H<sub>2</sub>, вуглеводнів CH<sub>n</sub>, альдегідів RCHO тощо.

Як окисник при горінні палива у теплових двигунах використовують в основному кисень атмосферного повітря це спричинено його доступністю і простотою використання.

Окрім продуктів повного та неповного згоряння вуглеводневого палива під час горіння в зоні високих температур можуть відбуватися реакції між киснем та азотом повітря з утворенням оксидів азоту.

Горіння – це фізико-хімічний процес, що складається з низки послідовних і паралельних фізичних та хімічних стадій. Для проходження хімічної реакції варто забезпечити фізичний контакт між молекулами взаємодіючих речовин та довести молекули до такого стану, при якому стають можливими хімічні реакції між ними.

Перше здійснюється у процесі утворення паливоповітряної суміші, друге – при її запалюванні.

Процес горіння газоподібного палива у реальних технічних пристроях (пальниках, камерах згоряння) можемо поділити на дві стадії:

– утворення пальної суміші (суміші палива і повітря); – нагрівання, запалювання і горіння пальної суміші.

Стадії горіння рідкого палива в циліндрі ДВЗ або в камері згоряння двигуна із зовнішнім підведенням теплоти такі:

– розпилювання палива у повітрі;  
 – нагрівання та випаровування краплин палива;  
 – змішування пари палива з повітрям;  
 – нагрівання, запалювання та горіння суміші пари палива з повітрям.

Під швидкістю процесу горіння розуміють зміну кількості одного з компонентів хімічної реакції за одиницю часу в одиниці об'єму.

У реальних умовах швидкість витрати пальних речовин залежить не тільки від швидкості проходження хімічної реакції, але й від швидкості процесу сумішоутворення, важливим фактором якої являється інтенсивність проходження турбулентної і молекулярної дифузії. Результуюча швидкість реакції залежить від швидкості найбільш повільного процесу.

Швидкість проходження хімічних реакцій між молекулами палива й окисника із збільшенням температури прогресивно збільшується. Разом з тим швидкість сумішоутворення, спричинена процесами турбулентної та молекулярної дифузії в об'ємі газу, від температури майже не залежить.

Буває нижня та верхня межі концентрації палива у паливо повітряній суміші, поза якими горіння стає неможливим. В усьому діапазоні концентрацій між цими межами при внесенні у пальну суміш джерела запалювання буде відбуватися стійке горіння.

Температура пальної суміші, починаючи з якої виникає самостійне прискорення хімічної реакції, називається температурою запалювання.

Експериментально встановлено, що швидкості проходження реакцій відрізняються від розрахункових значень, отриманих із застосуванням закону Арреніуса. У дійсності реакції в речовинах, що перебувають у газовому стані, частіше проходять не між вихідними молекулами, а через низку проміжних стадій, у яких разом із молекулами беруть участь активні уламки молекул – радикали та атоми, що мають вільні зв'язки (Н, ОН, О, СН та ін.). При цьому перехід від вихідних речовин до кінцевих продуктів відбувається через низку проміжних реакцій, що проходять з великою швидкістю, бо вони мають низьку енергію активації. Такі реакції називаються ланцюговими.

При горінні газів відбуваються розгалужені реакції, у процесі яких один активний центр породжує два чи більше нових активних центри.

Причиною появи продуктів неповного згоряння (оксиду вуглецю та альдегідів) є припинення ланцюгових реакцій на проміжній стадії, до завершення процесу утворення продуктів повного згоряння. Це може бути викликано дефіцитом кисню або низькою температурою газу. Останнє прослідковують поблизу відносно холодних стінок циліндра двигуна.

Незважаючи на різноманіття канцерогенних речовин, які утворюються при згорянні палива (на цей час їх ідентифіковано понад 400), фахівцями відмічена пріоритетна група поліциклічних ароматичних вуглеводнів, що вміщує 12 компонентів з різними індексами канцерогенної активності (ІКА), серед яких бенз( $\alpha$ )пірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) є найбільш активним і стійким. альдегіду (НСНО), що є газом з різким неприємним запахом.

У камерах згоряння газотурбінних двигунів та двигунів із зовнішнім підведенням теплоти основна частка оксидів азоту утворюється за механізмом «швидких оксидів».

Сірка може міститися у складі палива. Найменший вміст сірки у природному газі (там майже відсутня), у бензинах сірки може бути до 0,15 %, а у дизельному паливі – до 0,5 % за масою.

Основна кількість сірки, що міститься у паливі, згоряє до діоксиду сірки та у такому вигляді попадає в атмосферу.

Під твердими частинками (для їх позначення прийнято англійську аббревіатуру РМ – Particulate Matter) розуміють тверду або рідку органічну або неорганічну масу, яка осідає на абсолютному фільтрі при проходженні крізь нього потоку відпрацьованих газів, розбавлених повітрям, при температурі 25±3 °С.

Розчинні РМ – це частинки, які можуть бути одержані лише шляхом адсорбції або конденсації. До складу розчинних РМ входять переважно аерозолі палива та масла.

Нерозчинні РМ складаються із сажі (твердого вуглецю), твердих оксидів сірки, оксидів металів, а також продуктів зношування деталей двигуна.

У вихлопних газах дизелів нерозчинних РМ +- у десять разів більше, за розчинних.

## **2.5.Вплив автомобільного транспорту на екологію.**

Автомобільний транспорт є причиною поширення інгредієнтного і параметричного забруднення атмосфери.

Інгредієнтне забруднення обумовлено надходженням в атмосферне повітря, ґрунти, поверхневі та підземні води хімічних речовин, сполук, яких раніше там або взагалі не було, або вони були у значно меншій кількості. Інгредієнтне забруднення завжди викликає зміну концентрації певних хімічних речовин у середовищі, куди ці речовини потрапляють.

Параметричне забруднення – це зміна природних параметрів стану навколишнього середовища (температури, рівня шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання) без зміни його хімічного складу.

Основні причини інгредієнтного забруднення навколишнього середовища – викиди продуктів згоряння палива, які вміщують понад чотирихсот різноманітних хімічних речовин, серед яких чимала кількість шкідливих для людського організму, фауни та флори.

Слід додати, що інгредієнтне забруднення створюють продукти зношування дорожнього покриття та шин, викиди від технологічного устаткування різноманітних автотранспортних підприємств, звалища старих автомобілів, стічні води.

З усіх видів забруднення найбільш небезпечним вважають інгредієнтне забруднення повітря. Воно швидко шириться та безпосередньо впливає на людину та довкілля. Небезпечним є звісно ж інгредієнтне забруднення ґрунту та вод.

Параметричні види забруднення впливають на екологічний стан через деякий час, і їх вплив має поступовий характер.

Саме тому головне завдання охорони довкілля має розв'язуватися комплексно: потрібно вирішувати найбільш гостро поставлені проблеми сьогодення та не забувати про негативні чинники, які накопичуються й проявляться через деякий час, коли вже пізно буде з ними боротися.

Тривала дія шумового забруднення викликає зміни психологічного стану людини, підвищену втомленість, зниження працездатності. Шумове забруднення викликає зміну природного балансу видів у тваринному світі.

Корисні тварини та птахи залишають зони шумового забруднення поблизу автомобільних доріг, а на їх місці з'являються шкідливі види комах та гризунів.

Той самий вплив чинить і вібраційне забруднення, яке передається від доріг та інженерних споруд на величезні відстані. На додачу, вібраційне забруднення викликає руйнування доріг, будівель поблизу доріг та дорожніх інженерних споруд.

Електромагнітне забруднення від автомобільного транспорту може бути викликано роботою різноманітних електричних систем та приладів автомобіля. Але на сьогоднішній день питання електромагнітного забруднення є практично вирішеною.

Найменш наочним, таким, що є невидимим, не проявляється одразу та не привертає до себе уваги пересічних людей, є теплове забруднення. Але воно є однією з найбільш небезпечних загроз для людства .

Уся хімічна енергія палива, використаного у тепловому двигуні, після низки перетворень потрапляє у вигляді теплоти у навколишнє середовище, що викликає його теплове забруднення.

Теплове забруднення від автомобільного транспорту є лише часткою загального теплового забруднення, викликаного виробничою діяльністю людства. Теплове забруднення призводить до підвищення температури атмосфери, що викликає глобальні зміни клімату планети, наслідки яких не просто передбачити.

Відповідно до другого закону термодинаміки принципово неможливо повністю перетворити теплоту, яка отримана від гарячого джерела (це теплота, що виділяється при згорянні палива), на механічну роботу. Деяка частка теплоти обов'язково має бути відведена у холодне джерело. Найкращі теплові двигуни на режимі максимальної економічності перетворюють на корисну роботу не більше 45 % теплоти згоряння палива, а з урахуванням того, що автомобільні двигуни працюють переважно на змінних режимах, ця цифра знижується до 10 – 20 %.

Повністю виключити теплове забруднення, викликане антропогенними чинниками, неможливо.

Єдиним способом зменшення темпів теплового забруднення атмосфери на автомобільному транспорті є зменшення загальної витрати палива шляхом підвищення ефективності використання теплоти згоряння палива на одиницю транспортної роботи.

Основним типом сучасного автомобільного двигуна є поршневий двигун внутрішнього згоряння. Підраховано, що з моменту розробки

першого ДВЗ і дотепер у світі було створено більш ніж 500 тис. різних моделей двигунів даного типу.

Причина переважного використання поршневих ДВЗ у складі силових установок наземних транспортних машин полягає в органічному поєднанні таких властивостей, як висока паливна економічність (високий ККД), можливість отримання агрегатної потужності від кількох ват до кількох тисяч кіловат, достатньо висока питома потужність (відношення потужності до робочого об'єму циліндрів у сучасних форсованих двигунів досягає 70 кВт/л), пристосованість до різноманітних умов експлуатації.

Поршневі ДВЗ працюють на рідкому паливі та на газі. Найчастіше сировиною для виготовлення палива є нафта, газовий конденсат, нафтовий та природний газ. Сьогодні йде пошук альтернативних видів палива ненафтового походження, відпрацьовуються методи їх зберігання на борту автомобіля та використання у двигуні.

Основною причиною інгредієнтного забруднення повітря при експлуатації автомобілів є те, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів містяться понад 400 різних хімічних сполук, значна частка яких є шкідливими (токсичними, канцерогенними, мутагенними). Вважають, що саме шкідливі речовини, які містяться у відпрацьованих газах, є головною причиною екологічної небезпеки автомобілів.

Крім того, при експлуатації автомобілів в атмосферу може потрапляти пара вуглеводнів (унаслідок випаровування з паливних баків та карбюраторів, при заправленні, проливанні палива на землю та асфальт, при митті деталей в органічних розчинниках, при пошкодженні паливних систем газових двигунів).

В повітря та у ґрунт потрапляють звісно й продукти зношування дорожнього покриття та автомобільних шин.

Утворення переважної більшості шкідливих речовин, які потім викидаються у повітря разом із відпрацьованими газами, відбувається в основному у циліндрі ДВЗ або у камерах згоряння двигунів інших типів у процесах згоряння палива. Іноді внаслідок порушення процесів згоряння, поганого технічного стану двигуна, недосконалої організації робочих процесів шкідливі речовини можуть утворюватись у випускній системі двигуна.

Відпрацьовані гази теплових двигунів, зокрема відпрацьовані гази ДВЗ, можуть складатись з таких речовини:

- азот (N<sub>2</sub>);
- кисень (O<sub>2</sub>);

- водяна пара (H<sub>2</sub>O);
- діоксид вуглецю або вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>);
- аргон (Ar);
- оксид вуглецю або чадний газ (CO);
- діоксид сірки (SO<sub>2</sub>);
- сірководень (H<sub>2</sub>S);
- водень (H<sub>2</sub>);
- оксиди азоту (N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; загальне умовне позначення цієї групи речовин – NO<sub>x</sub>);
- альдегіди, зокрема: формальдегід (HCHO), акролеїн (CH<sub>2</sub>CH-CHO), оцтовий альдегід (CH<sub>3</sub>-CHO). Загальне умовне позначення альдегідів – RCHO;
- неканцерогенні вуглеводні: алкани (C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>), алкени (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), циклани (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), алкіни (C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>), ароматики (C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub>);
- різноманітні канцерогенні вуглеводні (індикатором наявності канцерогенних вуглеводнів прийнято вважати бенз(альфа)пірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>);
- тверді частинки (орієнтовно склад частинок такий: сажа – до 25 %, оксиди металів – до 65 %, різноманітні аерозолі палива і мастил – до 10 %).

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

- тип двигуна (ДВЗ, газотурбінний, із зовнішнім підведенням теплоти);
- кількість циліндрів (якщо це поршневий ДВЗ), номінальна потужність, наявність наддування і тд.;
- технічний стан двигуна та автомобіля у загальному;
- режим роботи двигуна;
- регулювання систем двигуна (живлення, запалювання, охолодження, змащування, наддування);
- властивості палива;
- наявність або відсутність нейтралізаторів; – параметри навколишнього середовища.
- У певних випадках окремі речовини можуть бути у таких малих концентраціях, що ними можна знехтувати.

Азот, кисень, водяна пара, діоксид вуглецю та аргон не містять шкоди для людини. Дані речовини складають основну масу вихлопних газів.

Діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) хоч і не токсичний для людини, все ж рахується, що саме він є одним із основних газів, які викликають парниковий ефект на планеті. Відповідно до «Протоколу про спільні зусилля щодо зниження емісії парникових газів в атмосферу», підписаному у м. Кіото (Японія) у 1997 р., більшість країн світу, включаючи Україну, зобов'язалися вжити конкретні заходи для зменшення загальних викидів парникових газів в атмосферу до 2010 р. у порівнянні з 1990 р. у середньому на 5,2 %.

Усі інші речовини являються токсичними, канцерогенними, мутагенними.

Для шкідливих речовин встановлено чотири класи небезпеки:

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

Для більшості відомих шкідливих речовин встановлені значення гранично-допустимої концентрації (ГДК) у повітрі. Розділяють такі види ГДК: максимально-разову [ГДК]МР та середню за добу [ГДК]СД.

Максимально-разова [ГДК]МР – це така концентрація, яка ще не викликає у людини протягом 30 хвилин рефлекторних реакцій (сльози, кашель тощо).

Середня за добу [ГДК]СД – це така концентрація, нижче якої тривале перебування тобто (роками) людини у зоні дії даної речовини не спричиняє ряд хвороб.

Також й для промислових підприємств установлюють гранично-допустимі концентрації робочої зони. [ГДК]РЗ.

Усі гранично-допустимі концентрації визначаються на рівні органів дихання людини.

Різні речовини мають різні ГДК. Це означає, що їх ступінь шкоди є різним. Прийнято оцінювати рівень шкідливості речовини шляхом визначення, у скільки разів середня за добу ГДК оксиду вуглецю перевищує середню за добу ГДК даної речовини, тобто шляхом визначення відносної шкідливості Аі речовини та за формулою.

Таким чином, вплив СО на людину прийнято за еталон шкідливого впливу, у висновку відносна шкідливість СО дорівнює одиниці.

Оксид вуглецю (СО) – викликає зменшення рівня гемоглобіну в крові. Оксид вуглецю зв'язується з гемоглобіном набагато швидше, ніж кисень. До того ж, цей зв'язок є довготривалим. Завдяки цьому кров втрачає здатність

переносити кисень, і виникає киснева недостатність: людина фактично «задихається».

Неканцерогенні вуглеводні (СН) – вплив на організм неканцерогенних вуглеводнів виражається в порушеннях функціонального стану центральної нервової системи. Більш за все потерпає вища нервова діяльність, що пов'язане з наркотичною дією вуглеводнів. Навіть у дуже низьких концентраціях дія вуглеводнів призводить до функціональних розладів нервової системи, неврастенії, вегетоневрозам, запальності та дратівливості – й до сильного запаморочення при різких рухах головою. Вуглеводні, що викидаються у повітря при роботі автотранспорту на стиснутому природному газі або зрідженому нафтовому газі, викликають загальну слабкість, головні болі, інколи – відчуття шуму в голові.

Тверді частинки (пил, зола, аерозолі) – викликають подразнення та хвороби органів дихання. До того ж, деякі різновиди твердих частинок вбирають в себе високотоксичні речовини. Наприклад, сажа абсорбує на своїй поверхні канцерогенні вуглеводні.

Оксид азоту (NO) – викликає зменшення рівня гемоглобіну в крові. В цьому плані дія NO схожа з дією CO. До того ж, через деякий час після попадання в повітря NO перетворюється в NO<sub>2</sub> – бурий, із характерним неприємним запахом газ. Діоксид азоту NO<sub>2</sub> сильно дратує слизові оболонки дихальних шляхів. Ця речовина викликає сенсорні, функціональні й патологічні ефекти: почуття сухості та першіння в горлі, послаблення нічного зору, підвищення опору дихальних шляхів (збільшення зусиль, затрачуваних на подих), хвороби дихальних шляхів. Потрапляючи в організм людини, NO<sub>2</sub> при контакті із слизовою оболонкою утворює азотисту та азотну кислоти, які роз'їдають стінки альвеол легенів. При цьому стінки альвеол і кровоносних капілярів стають настільки проникними, що пропускають сироватку крові в порожнину легенів. У такій рідині розчиняється вдихуване повітря, створює піну, що перешкоджає подальшому газообміну та викликає набряк легенів.

Діоксид сірки (SO<sub>2</sub>) – спричиняє подразнення та захворювання дихальних шляхів. При зіткненні з вологою поверхнею слизових оболонок верхніх дихальних шляхів SO<sub>2</sub> утворює нестабільну сірчисту кислоту, що окислюється до сірчаної, що й визначає первинний характер токсичної дії цієї речовини. Дратівна дія SO<sub>2</sub> на слизові оболонки приводить до розвитку хронічних ринітів, запаленням слухового проходу, хронічним бронхітам з астматичними компонентами. При високих концентраціях сірчистий ангідрид призводить до роздратування слизових оболонок очей, у рідких

випадках навіть втрату свідомості. При тривалому впливі в малих концентраціях спостерігаються зміни з боку органів травлення, мають місце функціональні порушення щитовидної залози.

Формальдегід (НСНО) – викликає подразнення та захворювання дихальних шляхів, очей, репродуктивні органи, шкіряні покрови. Доволі сильно вражає центральну нервову систему. Негативно впливає на генетичний матеріал: досліді на тваринах показали, що формальдегід підсилює канцерогенний ефект бенз(α)пірену.

Свинець (Pb) – небезпека свинцю для людини визначається його високою токсичністю і здатністю накопичуватися в організмі. Він являється високотоксичним для нервових тканин, викликаючи зниження швидкості передачі нервового збудження, порушення постачання кисню до мозку.

Свинцеві отруєння досить різні в проявах тому це може бути психічне збудження, тривогу, нічні кошмари, галюцинації, порушення пам'яті та інтелекту, аж до розпаду особистості. У дітей свинець викликає гіперактивність, погіршення показників психічного розвитку, зниження працездатності, здатності до навчання. Отруєння свинцем а також його з'єднаннями викликають поразку ясен, розлад кишечника, захворювання нирок. З'єднання свинцю можуть вражати генетичний апарат та викликати мутації. Для жінок свинець становить особливу небезпеку, тому що цей елемент має здатність проникати через плаценту в ненароджену дитину та накопичуватися в грудному молоці.

Бенз(α)пірен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) – викликає рак легенів та шкіри, а також пошкоджує генетичний апарат, викликаючи мутації, що передаються у спадок дітям.

Ступінь небезпечності шкідливої речовини, яка є у повітрі, визначають як відношення її дійсної концентрації С<sub>і</sub> на рівні органів дихання до її середньодобової ГДК. Це відношення називають токсичною кратністю к<sub>і</sub> речовини і.

У разі наявності одночасно у повітрі кількох шкідливих речовин, які односпрямовано впливають на людину, відбувається взаємне підсилення їх впливу. Цей ефект ураховують шляхом визначення суми токсичних кратностей речовин у повітрі.

Джерелами забруднення водних і земельних ресурсів, безумовно пов'язаними з експлуатацією автомобільного транспорту, є бази та склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ), пункти заправлення ПММ, автопарки (парки техніки), ремонтнопоновлювальні бази, авторемонтні заводи, підприємства та виробничо-технологічні цехи...

Дошові , стічні води забруднюються сміттям, різноманітними відходами, такі як нафтопродукти або ж іншими хімічними речовинами.

Найбільш забруднені зливові стічні води потрапляють з територій автопарків, пунктів заправлення, складів і баз ПММ, майданчиків ремонту та обслуговування техніки, тобто з об'єктів, на яких може відбуватись забруднення ґрунту нафтопродуктами.

В автопарках при обслуговуванні та ремонті акумуляторів проводять заміну електроліту (розчину сірчаної кислоти або луґу) і свинцевих пластин (а також зчищення нальоту солей важких металів), внаслідок чого утворюються стічні води, що мають у своєму складі кислоти , луґи та свинець. При зливанні цих стічних вод без нейтралізації забруднюється наше довкілля по причині що сірчана кислота викликає хімічні опіки, руйнує матеріали органічного походження, бетон, метал тощо, а коли потрапляє у ґрунт, то вбиває мікроорганізми та пошкоджує кореневу систему рослин.

У результаті скидів кислотних стоків у водойми зменшується рівень рН середовища. Це викликає пригнічення мікроорганізмів, загибелі водної рослинності, порушення процесу самоочищення води.

При надходженні стічних вод, що містять кислоту, у комунальні побутові очисні споруди порушуються процеси бродіння (гниття) осади́в у відстійниках і біохімічного окислення забруднень в аеротенках. Саме по даній причині всі відходи електроліту та інших кислот (усі кислі стічні води, що утворилися) мають бути нейтралізовані при їх скиданні у каналізацію, на поверхню землі та в ями.

Критерієм забруднення води є погіршення її якості внаслідок зміни органолептичних властивостей і утворення (надходження) шкідливих речовин для людини, тваринного та рослинного світу залежно від виду водокористування, а також підвищення температури води, зміни умов для нормальної життєдіяльності водних організмів.

Залежно від призначення водоймищ «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» встановлюють для них різні ГДК шкідливих речовин. На сьогоднішній день кількість встановлених ГДК перевищує 600. Гранично-допустимі концентрації деяких речовин у воді представлені в таблиці 1.7

Таблиця 1.7

Речовина	Залізо	Анілін	Свинець	Мідь, цинк,нікель	Фенол	Ртуть	Нафта сірчана	Нафта інша
ГДК, мг/л	0,5	0,1	0,1	0,1	0,001	0,0005	0,1	0,3

## ВИСНОВОК

Можна скласти такий висновок, що одного універсального рішення, панацеї від усіх екологічних проблем не існує. Основні напрямки робіт, реалізація яких дозволяє зменшити негативний вплив автотранспортного комплексу на екологічний стан країни або окремого регіону, такі:

- удосконалення конструкції автомобілів (силових установок, ходової частини, трансмісії, шин, кузовів, нейтралізаторів відпрацьованих газів, систем комп'ютерного керування);
- використання палива, яке забезпечує зменшення рівнів шкідливих викидів;
- удосконалення технічної експлуатації автомобілів та розвиток матеріальної бази АТП (діагностики, ремонтної бази, технічного стану, контролю якості ремонту);
- розвиток мережі сучасних доріг (таких, що забезпечать швидкість, безпечність, мінімальну витрату палива на одиницю роботи, мінімальне забруднення населених пунктів);
- оптимізація автомобільних перевезень (маршрутизація, повне завантаження автомобілів);
- оптимальна організація дорожнього руху.

Реалізація заходів щодо кожного з цих напрямків дозволяє значною мірою поліпшити техніко-економічні та екологічні показники автомобільного транспорту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Утилізація автомобілів [Електронний ресурс] / В.А. Кищун // Машинознавство
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
3. <https://mashyna.com.ua/>
4. <https://bogdanauto.com.ua/>
5. <https://elprivod.nmu.org.ua/>
6. Каніло П.М. Екологічні проблеми автомобільного транспорту: навч. посібник / Каніло П.М., Пелепейченко В.І.
7. <https://avtotachki.com/uk/>
8. <https://narodna-osvita.com.ua/>
9. <https://naurok.com.ua/>
10. <https://www.ecoleague.net/>