

УДК 504.054:629.3(045)

Г.І. Архіпова, доц.
І.С. Ткачук, студ.
Є.І. Глушков, студ.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗІВ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ГУСТОНАСЕЛЕНИХ РАЙОНАХ

Розглянуто питання захисту атмосферного повітря в густонаселених пунктах від негативного впливу відпрацьованих автомобільних газів. Запропоновано способи мінімізації антропогенного впливу на довкілля в урбо-комплексах: вдосконалення процесу технічного обслуговування та забезпечення автомобільної галузі, використання високоякісних та альтернативних видів палива, розвиток та автоматизація системи управління транспортним потоком.

The article discussed about protection of air in settlements, from the negative impact of automobile exhaust gases. We propose ways to minimize the human impact on the environment in some inhabited locality: one of them is the improvement of maintenance and road sectors, used of high-quality and alternative fuels, development and Automate the management of traffic flows.

Вступ

Проблема забруднення відпрацьованими газами є глобальною. У всьому світі кількість автомобілів із кожним днем збільшується в геометричній прогресії. Все більше і більше людей мають власні машини. Це не може не позначитись на якості повітря, а особливо в густонаселених мегаполісах, де скупчення автомобілів набагато вище за приміські зони. Погіршення стану навколишнього середовища, зниження імунітету населення, зростання багатьох інших захворювань – це далеко не повний список наслідків діяльності двигунів внутрішнього згоряння.

Визначення та аналіз проблеми

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному та нерівномірному згорянні палива. На рух автомобіля витрачається всього 15 % палива, а 85 % – викиди в "нікуди". До того ж камера згоряння автомобільного двигуна – це своєрідний хімічний реактор, який синтезує отруйні речовини і викидає їх в атмосферу.

Найсильніші фактори негативного впливу автотранспорту на людину і навколишнє середовище такі:

- забруднення повітря;
- забруднення навколишнього середовища;
- шум;
- вібрація;
- виділення тепла (розсіювання енергії).

Джерелами забруднення повітряного басейну під час експлуатації автотранспорту є двигуни внутрішнього згоряння, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази та паливні випаровування. У відпрацьованих газах виявлено близько 280 компонентів продуктів повного та неповного згоряння нафтових палив, а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин, які є в паливі.

Рухаючись зі швидкістю 80–90 км/год у середньому, автомобіль перетворює у вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300–350 осіб.

Річний вихлоп одного автомобіля – це 800 кг небезпечного оксиду вуглецю, 40 кг оксидів азоту і більше 200 кг різних вуглеводнів. Через високу токсичність допустима концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м³.

Вуглеводні утворюються в разі неповного згоряння палива. Автотранспорт відповідає приблизно за 39 % викидів вуглеводнів в індустріально розвинених країнах. Бензинові двигуни викидають вуглеводнів більше, ніж аналогічні дизельні двигуни.

Один із найбільш небезпечних вуглеводнів – бензопірен – природний компонент сирої нафти. Високі концентрації бензопірену виявлені на міських магістралях, а також поблизу заправних станцій.

Автомобілі – основне джерело чадного газу СО. Це один із найбільш токсичних сполук, що негативно впливають на здоров'я людей.

Крім того, в атмосферу виділяються оксиди азоту NO і N₂O. Двоокис азоту негативно впливає і на людину, і на рослини.

У верхніх шарах атмосфери озон – природний компонент (озоновий шар) – захищає землю від небезпечного космічного випромінювання. У нижніх шарах озон є забруднювачем, шкодить здоров'ю людей, природі, природним та штучним будівельним матеріалам.

Формування приземного озону – непрямий наслідок забруднення, яке викликає автотранспорт. Він утворюється в результаті фотохімічних реакцій, в яких беруть участь оксиди азоту та вуглеводні.

Сполуки сірки SO, SO₂ викликають окиснення вод та ґрунтів, що негативно впливає на здоров'я людини та стан природних екосистем.

Альдегіди – група речовин, що з'являються у вихлопах автотранспорту в результаті неповного згоряння палива. Вони зазвичай мають їдкий запах, пов'язаний із дорожнім рухом. Альдегіди негативно впливають на здоров'я людини. Формальдегід викликає роздратування очей, носоглотки, нежить, кашель, утруднення дихання.

Сажа – це переважно маленькі частинки вугілля, абсорбуючі потенційно небезпечні речовини, зокрема поліароматичні вуглеводи, що викликають рак. Частинки вугілля достатньо малі, щоб проникати глибоко в легені під час дихання.

Автотранспорт викидає такі важкі метали, як нікель, ртуть, хром, кадмій, цинк, залізо, миш'як, марганець, берилій. Деякі з них (миш'як, ртуть, кадмій, свинець) можуть бути високотоксичними в дуже малих концентраціях. Накопичення важких металів у ґрунтах змінює їх хімічні та біологічні властивості. Метали акумулюються в живих організмах і потрапляють у харчові ланцюжки.

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

Склад відпрацьованих газів залежить від виду та якості застосованого палива, присадок та мастил, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля та інших факторів.

Як видно з табл.1, викиди основних забруднюючих речовин значно нижчі в дизельних двигунах. Токсичність відпрацьованих газів карбюраторних двигунів обумовлюється насамперед вмістом оксиду вуглецю та оксидів азоту, а в дизельних двигунах – оксидів азоту та сажі [1].

Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин зумовлено виглядом та умовами згоряння палива.

Накопичення відпрацьованих газів

Основними центрами накопичення шкідливих речовин відпрацьованих автомобільних газів є густонаселені райони та міста з великим автопарком. Над великими містами атмосфера містить у 10 разів більше аерозолів і у 25 разів більше газів. При цьому 60–70 % газового забруднення припадає на автотранспорт. Більш активна конденсація вологи призводить до збільшення опадів на 5–10 %. Самоочищенню атмосфери перешкоджає зниження на 10–20 % сонячної радіації та швидкості вітру.

У разі малої рухливості повітря теплові аномалії над містом охоплюють шари атмосфери у 250–400 м, а контрасти температури можуть досягати 5–6 °С. З ними пов'язані температурні інверсії, що призводять до підвищеного забруднення, туманів та загазованості.

Таблиця 1

Склад відпрацьованих газів бензинових та дизельних двигунів

Складові відпрацьованих газів	Концентрація, %	
	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Азот	74–77	74–78
Кисень	0,3–8,0	2,0–18
Водяна пара	2,0–5,5	0,5–9,0
Оксиди вуглецю	0,5–12	0,005–0,4
Оксиди азоту	0,01–0,8	0,004–0,6
Діоксид сірки	–	0,002–0,02
Вуглеводні	0,2–3,0	0,01–0,3
Альдегіди	0–0,2	0,001–0,009
Сажа, г/м ³	0–0,04	0,01–1,1 та більше

Наприклад, у Києві ця частка становить близько 80 % від загальної кількості забруднюючих атмосферу речовин. Автопарк української столиці нараховує близько 1 млн. автомобілів різних класів, які поділяються за призначенням на пасажирські, вантажні та спеціальні (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка зміни автомобільного парку України за типами транспортних засобів, тис.

Вид транспорту	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Вантажний	1103,9	1136,0	1144,1	1152,3	1128,2	1118,7
Автобуси	134,4	136,9	141,8	144,4	140,2	143,5
Легкові автомобілі	4736,0	4801,9	4877,8	5068,6	5109,6	5168,9
Спеціальний	278,7	264,4	249,5	242,5	225,1	207,6
Усього	6253,0	6339,2	6413,2	6607,8	6603,1	6638,7

До пасажирських автомобілів [2], призначених для перевезення людей, належать легкові автомобілі та автобуси. Вантажні автомобілі призначені для перевезення різних вантажів.

Легкові автомобілі з робочим об'ємом двигуна і сухою масою розділені на такі класи:

- особливо малий (1,2 дм³, 850 кг);
- малий (1,2–1,8 дм³, 850– 1150 кг);
- середній (1,8– 3,5 дм³, 1150– 1500 кг);
- великий (понад 3,5 дм³, до 1700 кг).

Легкові автомобілі вміщують не більше восьми пасажирів. Кількість місць в автобусах залежно від призначення становить 10–80. За довжиною автобуси розділені на такі класи:

- особливо малий (до 5 м);
- малий (6–7,5 м);
- середній (8–9,5 м);
- великий (10,5–12 м).

Вантажні автомобілі розрізняють за вантажопідйомністю, тобто за масою вантажу, який можна перевезти в кузові автомобіля. Вони поділяються на такі класи:

- особливо малий (0,3–1 т);
- малий (1–3 т);
- середній (3–5 т);
- великий (5–8 т);
- особливо великий (8 т і більше).

Кожний вид транспорту може використовувати характерний вид палива. Основними видами палива для автотранспорту є бензини марок А-76, АІ-93, АІ-95, АІ-98.

Дизельне паливо являє собою важкі нафтові фракції. Нині випускаються такі види дизельного палива:

- літнє Л;
- зимове З;
- зимове північне ЗС;
- арктичне А.

Кожний із видів дизельного палива поділяється на дві підгрупи:

- вміст сірки не більше 0,2 %;
- вміст сірки не перевищує 0,5 %.

Для автомобільних дизельних двигунів призначене паливо трьох сортів:

- літнє ДЛ;
- зимове ДЗ;
- арктичне А.

Горючі гази, які використовуються в газобалонних автомобілях, можуть бути природними і штучними. Природні гази добувають з підземних газових чи нафтових свердловин. Штучні гази – це побічні продукти, отримані на хімічних або металургійних заводах.

Установлені такі марки газу:

- суміш пропану та бутану технічна зимова СПБТЗ;

– суміш пропану та бутану технічна літня СПБТЛ;

– бутан технічний БТ.

Скраплений пропан (бутановий газ) відповідно до стандарту має містити пропану взимку не менше 90 %, а влітку не менше 70 %. Газ не повинен містити механічних домішок, води, водорозчинних кислот, лугів та інших забруднюючих речовин.

Для газобалонних автомобілів використання зріджених газів є кращим, ніж стислих.

Процентне співвідношення типів автотранспорту вказане для 2005 р. Аналогічна тенденція спостерігалася і раніше. Отримані дані вказують на те, що переважає легковий автотранспорт.

Легковий транспорт, який експлуатується в Києві, не відповідає сучасним європейським нормам токсичності і викидає шкідливих речовин істотно більше, ніж закордонні аналоги [1].

За даними Київської міської адміністрації, у 1990 р. у Києві було зареєстровано 221 тис. автомобілів, на кінець 2007-го їх було близько 805 тис., у 2008-му – понад 890 тис. Крім того, щоденно в'їжджає понад 150 тис. машин з інших регіонів України та зарубіжжя. При цьому будівництво транспортних розв'язок, нових доріг та мостів відстає на десять років.

Причини екологічної кризи в автотранспорті

Існує кілька вагомих причин відставання України у сфері автотранспорту:

- низька культура експлуатації автомобілів;
- велика кількість несправних автомобілів, що перебувають в експлуатації, навіть у столиці;
- законодавчі вимоги до екологічних критеріїв автомобілів, що збереглися з початку 90-х рр. майже без змін;
- немає достатньо жорстких вимог щодо токсичності викидів;
- споживач не зацікавлений купувати екологічно більш чисті, але більш дорогі автомобілі, а виробник не схильний їх випускати;
- невідповідність інфраструктури експлуатації автомобілів, обладнаних відповідно до сучасних екологічних вимог;
- незабезпечене впровадження нейтралізаторів;
- невідповідність дорожньої інфраструктури, чия пропускну спроможність у декілька разів перевищує кількість автомобілів на дорогах столиці.

Це, в свою чергу, провокує затори і появу нових заправних пунктів, де, як показали розрахунки розсіювання забруднюючих речовин за програмою "ЕОЛ-плюс", негативного впливу від АЗС на навколишнє середовище практично немає.

Але з урахуванням того, що на заправку кожного автомобіля витрачається в середньому 5 хв, а двигун при цьому часто працює на холостому ході, кількість забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферне повітря за добу, різко зростає:

CO, г.....	1732,50
C _n H _m , г.....	237,15
NO _x , г.....	130,50
Сполуки свинцю, г.....	0,45
Бензопірен, г.....	315·10 ⁻⁶
SO ₂ , г.....	2,79
Сажа, г.....	0,9

Кількість шкідливих речовин, що надходять у повітря в районі розташування АЗС з пропускною здатністю 250 автомобілів, наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Вплив режимів руху автомобіля на концентрацію токсичних речовин у відпрацьованих газах

Режим роботи двигуна	Оксид вуглецю, %	Вуглеводні, мг/л	Оксиди азоту, мг/л
Холостий хід	4–12	2–6	–
Примусовий холостий хід	2–4	8–12	–
Повне навантаження	2	0,7–0,8	4–8

Як впливає з даних табл.3, АЗС являють собою потенційно небезпечні об'єкти для житлових масивів. Для підприємств-забруднювачів такого класу небезпеки санітарно-захисна зона має становити 50–100 м, але в індустріальних містах з високою щільністю населення ці вимоги порушуються (табл. 4).

Таблиця 4

Середні питомі викиди (коефіцієнти викидів) автотранспорту

Вид забруднюючої речовини	Середній викид (середня швидкість транспорту 31,7 км/год)	
	за годину	на кілометр
Оксид вуглецю, г	752	23,7
Неспалені вуглеводні, г	29,4	0,93
Оксиди азоту, г	33,2	0,05
Свинець, г	1,11	0,035
Сумарна кількість газів (температура 0 °С), м ³	28,95	0,914
Середня витрата палива, кг	2,75	0,087

Основними причинами забруднення повітря від автотранспорту є:

- поганий стан технічного обслуговування автомобілів;
- низька якість застосовуваного палива;
- наявність свинцевих домішок у бензині;
- нерозвиненість системи управління транспортними потоками;
- низький відсоток використання екологічно чистих видів транспорту.

Вплив забруднення на здоров'я населення

Забруднення повітря становить серйозну загрозу здоров'ю населення, сприяє зниженню якості життя. Вплив токсичних речовин, які забруднюють повітря, викликає такі захворювання:

- рак;
- лейкемія;
- астма;
- ендокринні захворювання;
- респіраторні захворювання;
- алергія;
- серцево-судинні захворювання;
- хвороби печінки;
- хвороби жовчного міхура;
- хвороби органів чуття.

У всіх країнах існує детальна статистика, яка відображає вплив автотранспорту на здоров'я людей. В Україні такі дані не систематизовані, але існуючі відомості свідчать про наближення катастрофи, тобто про такі наслідки, які є незворотними [2]. Удар передусім наноситься по генофонду нації.

Природно, цивілізацію не змусити відмовитися від автомобілів, літаків, ракет. Потрібно розробляти заходи щодо зниження шкідливого впливу автотранспорту на атмосферне повітря, наприклад, перехід автомобілів на газове паливо. Такі альтернативні види палива, як скраплений нафтовий газ, природний газ, етанол, метанол і метан, мають більшу леткість, ніж звичайне паливо, і менше забруднюють повітря. Однак природний і нафтовий газ обмежують дальність пересування від 50 до 160 км, що робить їх найбільш зручними для використання в містах. Метан, метанол і етанол отримують з поновлюваних ресурсів – дров, відходів органічних матеріалів, що робить їх зручним доповненням до існуючих палив.

Для покращення технологічних та екологічних характеристик палива потрібно використовувати присадки. Зниженню шкідливого впливу автотранспорту на атмосферне повітря спричиняє раціональна організація перевезень та руху,

вдосконалення доріг, більш детальний вибір парку рухомого складу і його структури, оптимальна маршрутизація автомобільних перевезень, організація і регулювання дорожнього руху, раціональне керування автомобілем. Розвиток громадського транспорту в містах обумовлює необхідність пошуку способів оптимального використання міських територій, тому що для перевезення одного пасажера в трамваї потрібно $0,9 \text{ м}^2$, автобусі – $1,1 \text{ м}^2$, легковому автомобілі – понад 20 м^2 міської території.

Крім того, потрібне вдосконалення автомобіля і його технічного стану, вдосконалювання конструкцій автомобіля, створення нових типів силових установок, використання нових типів палива та підтримання технічного стану автомобіля, вдосконалення двигуна внутрішнього згоряння, перехід двигуна внутрішнього згоряння на газове або водневе паливо, організація пішохідних зон з повною забороною в'їзду транспортних засобів на житлові вулиці.

Менш ефективний, але більш реальний захід – це введення системи пропусків, що дають право на в'їзд в пішохідну зону тільки спеціальним автомобілям, власники яких живуть у конкретній зоні житлової забудови. При цьому має бути повністю виключений наскрізний проїзд автотранспорту через житловий квартал.

Для обмеження розповсюдження забруднення від джерела до людини потрібно:

- максимальне озеленення території мікрорайонів та розподільчих смуг;
- заміна автомобіля електромобілем, в якому використовується два інші джерела енергії – батареї та паливні кліті;
- упровадження економічних ініціатив з управління автомобільним парком і автомобільним рухом.

Однак, хоча транспортні засоби стають екологічно чистими, потужність, швидкість і дальність їх пересування обмежені [3].

Серед інших технічних рішень є безперспективні, наприклад, автомобіль з маховиковим акумулятором, який може нормально рухатися лише по ідеально рівній і прямій дорозі – в іншому випадку гіроскопічний ефект маховика буде серйозно заважати керуванню, так і досить перспективні «гібридні» конструкції.

Серед останніх дуже цікава ідея вантажного тролейбуса з акумулятором для міжлінійних пересувань, реалізація цього проекту можлива за умови вдосконалення токоприймаючих засобів і

реконструкції токопроводячих матеріалів. Це може різко зменшити забруднення повітряного басейну, особливо в центральних частинах міст.

Крім удосконалення самих засобів транспорту серйозний внесок у зниження загазованості атмосфери міст можуть внести планувальні заходи, заходи щодо вдосконалення управління автомобільними потоками та заходи щодо раціоналізації перевезень всередині міста. Створення в містах єдиної автоматизованої системи управління перевезеннями може різко знизити пробіг автомобілів у межах міста і відповідно зменшити забруднення його повітряного басейну.

Висновки

Більшість екологічних та економічних проблем можна вирішити уведенням законодавчої бази, орієнтованої на європейський досвід їх подолання як у густонаселених районах, так і в інших районах.

Усвідомлення актуальності проблеми є ще одним важливим кроком до подолання кризи та надання їй належної уваги як з боку влади, так і з боку простих автовласників.

Тому пропонуємо такий план заходів з охорони атмосферного повітря від автомобільних джерел забруднення в Києві.

1. Розвиток транспортної інфраструктури та удосконалення організації руху, включає:

- розроблення програми з ліквідації об'єктів у центрі міста, пов'язаних із залученням вантажного транспорту;
- будівництво швидкісних магістралей;
- проектування і будівництво нових мостів через р. Дніпро;
- проектування, реконструкцію і будівництво нових підземних пішохідних переходів, транспортних розв'язок та з'єднань;
- розроблення та проведення оперативних робіт з удосконалення організації вуличного руху та підвищення пропускної здатності на перехрестях;
- упровадження автоматизованої системи управління дорожнім рухом на території міста.

2. Розвиток громадського транспорту передбачає:

- подальше будівництво метро;
- розвиток громадського електротранспорту (трамвай, тролейбус, "наземний експрес", електропоїзди);
- закупівлю автобусів та інших видів муніципального транспорту з викидами забруднюючих речовин, що відповідають стандарту Євро-3 для автомобілів з бензиновими і дизельними двигунами;

– розвиток матеріальної зацікавленості автобусних парків та міських муніципальних підприємств у впровадженні автобусів та інших видів автотранспорту на газовому паливі, нейтралізаторів, фільтрів сажі та інших антитоксичних пристроїв через відрахування на реконструкцію та соціальні потреби частини бюджетних коштів міста, що вивільняються в результаті зменшення обсягів закупівель дизельного палива і бензину та зменшення плати за забруднення навколишнього середовища;

– уведення пільг по податках і платежах для автотранспортних підприємств та індивідуальних власників автомобілів, які застосовують газове паливо, нейтралізатори, фільтри сажі та інші антитоксичні пристрої, для міських організацій, які виробляють установки для експлуатування на автомобільних пристроях, що підвищують їх екологічну безпеку.

3. Підготовка та поетапне прийняття заходів щодо реалізації в Київській області екологічно прийнятних видів моторного палива включає:

– поетапний перехід до реалізації на території міста тільки моторних палив з поліпшеними екологічними характеристиками;

– створення і впровадження єдиної системи контролю якості моторного палива, яке реалізується в Києві;

– посилення відповідальності за реалізацію моторного палива, яке не відповідає екологічним вимогам, що передбачають санкції за прийом і реалізацію на АЗС етилірованих, нестандартних нафтопродуктів або таких, які не відповідають сезонним умовам, а також нафтопродуктів без паспортів якості;

– використання стисненого природного газу як моторного палива;

– уведення пільг по податках і платежах за реалізацію у місті моторного палива з поліпшеними екологічними показниками, у т. ч. стисненого природного та зрідженого нафтового газів.

4. Удосконалення системи експлуатації та екологічного контролю автотранспортних засобів припускає:

– розроблення та реалізацію на території Києва системи екологічного контролю автотранспортних засобів з уведенням екологічного сертифіката автотранспортного засобу (екологічного сертифіката АТС);

– створення мережі стаціонарних та пересувних контрольно-регулювальних пунктів у Києві з уведенням гарантійних зобов'язань контрольно-регулювальних пунктів перед автовласниками за виконання контрольно-регулювальних робіт;

– проведення органами державно постових служб та органами державного екологічного контролю постійних перевірок рівня викидів на відповідність змісту у відпрацьованих газах оксиду вуглецю, вуглеводнів та диму, викидуваних міськими та іногородніми автомобілями з прийняттям адміністративних та економічних заходів;

– розроблення та затвердження регіональних технічних нормативів викидів автотранспорту, розроблення та затвердження положення про зони, в яких обмежується експлуатація транспортних засобів.

Література

1. *Екологія автомобільного транспорту*: навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К.: Основа, 2002. – 312 с.

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

3. *Екологолизація* автомобільного транспорту: перодової пыт стран Европейского Союза и России // сб. тр. II Всерос. конф. / под ред. д. т. н. В.Н. Денисова. – С.Пб: МАНЭБ, 2004. – 160 с.

Стаття надійшла до редакції 11.12.08.