

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1726-5428

№ 6/2004

ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ
ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ І ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МІСТ

О. В. Степанчук, І. М. Степанчук –

Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди

Рассмотрены научные основы снижения негативного воздействия автомобильного транспорта на городскую среду. Разработана классификация методов снижения воздействия отработанных газов автомобильного транспорта.

The scientific bases of negative influence of motor transport on urban surroundings are considered. The classification of methods in order to lower an effect of exhausted gases of motor transport is worked up.

Історично склалося так, що дорожня мережа міст і характер житлової забудови формувалися без урахування такого потужного антропогенного явища, як автомобіль. Особливо неприємні умови створилися в центральних частинах міст, де висока густина дорожньої мережі й забудови. Рух транспортних засобів у цій зоні характерний вимушеними зупинками біля світлофорів та на нерегульованих перехрестях. Все це призводить до збільшення концентрації відпрацьованих газів (ВГ) у житловій зоні.

Концентрація ВГ автотранспорту прямо пропорційна кількості забруднюючих засобів. Відомо, що кількість забруднюючих речовин у вихлопних газах залежить від складу транспортного потоку, інтенсивності руху, а також режимів руху в умовах міста, які в свою чергу визначаються транспортно-планувальними показниками. Вулична мережа міста характеризується розмірами і конфігурацією міжмагістральних територій, щільністю, довжиною перегонів, організацією руху транспорту і системою регулювання перехресть.

Зниження рівня загазованості повітряного басейну міста ведеться одночасно з використанням різних заходів, направлених на:

- зменшення токсичності викидів окремими автомобілями (застосування палива кращої якості, регулювання двигуна, вдосконалення конструкції двигуна і автомобіля);
- скорочення об'єму шкідливих викидів від потоків транспорту на міських магістралях (якісний і кількісний склад потоку, організація руху);

- зниження концентрації шкідливих речовин шляхом раціонального планування і забудови території, а також за допомогою газозахисних споруд і зелених насаджень.

У свою чергу, кількість шкідливих речовин залежить в основному від складу суміші і можливості згорання палива, а витрати повітря – від частоти обертання колінчастого валу. На відміну від стаціонарних джерел викидів автомобільні двигуни працюють із змінним навантаженням на невстановлених режимах, з послідовними циклічними переходами з режиму холостого ходу на режим збільшення швидкості, встановленому режимі роботи і режимі гальмування.

Численні обстеження та експерименти довели, що у ВГ карбюраторних двигунів у період уповільнення руху, тобто під час гальмування двигуном, виділяється велика кількість вуглеводневих сполук. Максимальні концентрації СО спостерігаються при роботі двигуна на холостому ході, які у 6 разів більші, ніж при русі зі швидкістю 60 км/год [1].

Найбільш несприятливими режимами роботи двигунів автомобілів з позиції токсичної характеристики є режими прискорення, уповільнення й холостого ходу. Тому наявність засобів регулювання дорожнього руху на міських магістралях, ефективно вирішуючи проблему забезпечення безпеки руху, призводить до підвищення викидів шкідливих речовин.

Між концентрацією СО в атмосфері та інтенсивністю руху транспортних засобів існує кореляційний зв'язок. Для його визна-

чення доцільно використовувати залежність викиду токсичних речовин окремим автомобілем при русі його в транспортному потоці від середньої швидкості на ділянці між двома перехрестями.

Підвищення ефективності автомобільного руху з 400 до 1200 авт/год на автомобільних магістралях збільшує вміст CO в атмосфері з 0,00056 до 0,0017 %, тобто практично в 3 рази [2].

Максимальна концентрація CO в атмосфері великих міст у робочі дні збільшується вдвічі в ранковий і вечірній час, а у вихідні і святкові дні тільки ввечері, що загалом відповідає інтенсивності транспортних потоків у зазначені години доби. Зниженню токсичності ВГ у центральній частині великих міст сприяє раціональна організація транспортного потоку, що передбачає повну заборону або хоча б часткове обмеження в'їзду вантажних автомобілів у цю частину міста.

Правильне планування і регулювання міського руху забезпечує скорочення числа і тривалості зупинок автомобілів, зменшує тривалість їхньої роботи на токсичних режимах, а також усуває скупчення транспортних засобів на перехрестях. Резервом ефективного зниження забруднення атмосфери є забезпечення оптимального руху всього транспортного потоку, регулювання тривалості зупинок автомобіля і швидкості його руху на окремих перегонах.

Робота автомобільного двигуна характеризується безперервною зміною швидкісних і навантажувальних режимів, кожному з яких відповідає визначена кількість викиду токсичних речовин. При цьому ступінь концентрації токсичних компонентів у ВГ змінюється в широких

межах залежно від потужності, що віддається двигуном, температурного режиму двигуна, керування автомобілем та інших факторів.

Вивчення режимів руху автотранспортних засобів показало, що у великих містах тривалість роботи вантажних автомобілів складає на холостому ході 17 %, на режимах прискорення – 42 %, постійної швидкості – 16 % і режимах уповільнення – 25 %. В умовах руху автомобілів на міських автомагістралях тривалість роботи двигуна автомобіля на холостому ході збільшується залежно від щільності транспортних потоків від 1 до 3 %. Співвідношення зазначених режимів у балансі часу роботи автомобіля несприятливе і з погляду токсичності ВГ (табл. 1) [2].

Результати досліджень підтверджують необхідність удосконалення організації руху транспортних засобів у нашій країні. Проблема зниження забруднення атмосфери ускладнюється у зв'язку з щорічним ростом темпів автомобілізації, що викликає збільшення інтенсивності руху на 6–10 % [2], підвищення викиду токсичних речовин, а також зростання витрати палива на одиницю транспортної роботи або перевезення одного пасажира.

Відношення часу роботи автомобіля на різних режимах у значній мірі залежить від планувальних характеристик міста і транспортно-експлуатаційних показників його вулично-дорожньої мережі, щільності й складу транспортних потоків, рівня й умов організації руху.

Дослідженнями, проведеними протягом трьох останніх десятиліть [3, 4, 5], встановлено вплив основних характеристик транспортного потоку (інтенсивність, щільність,

Таблиця 1. Вплив експлуатаційних режимів на викид токсичних речовин легковим автомобілем

Режим роботи двигуна	Питомі викиди, %	CO		CH	
		г/км	%	г/км	%
Холостий хід	9	5,5	20,9	0,3	12
Розгін	39	12,7	48,3	1,4	58
Постійна швидкість	48	6,9	26	0,45	19
Примусовий холостий хід	4	1,2	4,8	0,28	11

структура, швидкість і нерівномірність руху) на рівень загазованості вулично-дорожньої мережі міста. Особливо треба відмітити лінійний характер впливу інтенсивності на зміну концентрації шкідливих компонентів ВГ у приземному шарі повітря.

Таким чином, зростання інтенсивності руху не тільки впливає на кількісне збільшення джерел викидів, але одночасно приводить до зміни обсягу і токсичності викиду окремим автомобілем через його взаємодію з транспортним потоком. Токсична характеристика транспортного потоку залежить від складу (однорідності) дорожнього руху.

При виконанні кафедрою МБ КІБІ дослідних робіт на замовлення інституту "Київпроект" у 60–80-х роках була розроблена методика класифікації транспортних вузлів міста, за якою вводилось п'ять рівнів ієрархії таких міст [6]. Виявляється, що за даними розподілу інтенсивності дорожнього руху у вузлах другого рівня ієрархії (це так звані "вузькі місця", наприклад, мостові переходи) можна дати характеристику транспортного ритму міста (цей термін уперше був введений у статті [7]).

У табл. 2 і 3 наведено склад транспортних потоків у 1997 році і середньодобову інтенсивність руху транспортних засобів за період 1977–2002 рр. на мостових переходах м. Києва за даними кафедри міського будівництва КНУБА.

Характер і рівні транспортних забруднень мають значні розходження по території міста, але для більшості великих і найбільших міст необхідність зниження загазованості повітря особливо гостро виявляється в їхніх центральних зонах. Результати порівняння добових концентрацій CO, NO_x і твердих зважених часток, які вимірювались поблизу земної поверхні, показали, що в центральній частині міста концентрації є в 3,5–4 рази вищими, ніж у приміській території [8]. Це пов'язано з тим, що центри міст підпадають під найбільш сильний вплив автотранспорту. При незначній площі центру (3–7 % території) у містах з населенням понад 1 млн жителів на ці райони припадає 15–20 % автомобільного руху, і в останні роки спостерігається стійка тенденція приросту інтенсивності дорожнього руху на 5–10 % щорічно [2].

Таблиця 2. Склад транспортних потоків на київських мостових переходах

Назва моста	Склад транспортного потоку, %			
	легкові	вантажні	тролейбус	автобуси
Московський	61,9/29	6,3	1,1	1,7
Метро	38/50	9,1	-	2,9
Патона	42,6/52,1	3,5	-	1,8
Південний	42/44	14	-	*

* автобуси були враховані як вантажні автомобілі.

Примітка. У знаменнику відображено імпортований легковий транспорт.

Таблиця 3. Середньодобова інтенсивність руху транспортних засобів на мостових переходах м. Києва

Назва моста	Рік						Приріст %
	1977	1987	1996	1997	1998	2002	
Московський	14088	34283	51344	54714	56107	91000	7,5
Метро	22220	25712	43606	44487	47823	63000	4,25
Патона	38049	36539	45989	46534	46037	73000	2,6
Південний	-	-	40771	41684	44084	64000	7,8
Усього	74957	96534	181710	187429	194051	291000	5,6

У свою чергу висока щільність мережі і велика кількість перетинань у центрі призводять до збільшення викиду від одного автомобіля.

Значна різниця температури в центрі найбільшого міста в порівнянні з його окрaїнами, що досягає 10 °С в холодний і 6 °С в теплий періоди року [9], приводить до появи постійних і стійких вітрів – так званих “міських бризів”, що переносять забруднене шкідливими домішками повітря з окрaїн у центральну частину міста. Транспортні засоби, які рухаються в щільному потоці, активно впливають на переміщення шлейфа ОГ кожного автомобіля. При малих швидкостях вітру внесок автотранспорту в загальне розсіювання домішок за рахунок впливу турбулентності складає близько 50% на відстані 30 м. Тому транспортний потік звичайно розглядається як лінійне джерело викидів, у деяких випадках як сукупність кінцевого числа точкових джерел [8]. Максимальні значення приземних концентрацій спостерігаються поблизу транспортного джерела, тому негативного впливу транспортних забруднень більше зазнають водії та пасажери, потім пішоходи і вже потім жителі житлової забудови, яка прилягає до міської магістралі.

Рівень забруднення повітря на магістралі за інших рівних умов визначається інтенсивністю її провітрювання, що залежить від ряду метеорологічних факторів (швидкість, напрямок вітру та ін.), і планувальних характеристик (ширина вулиці, висота забудови, щільність магістральної забудови).

Оскільки транспортно-планувальні й експлуатаційні показники магістральної мережі міста разом з організацією руху транспорту впливають на співвідношення часу роботи автомобілів на різних режимах і на кількість шкідливих речовин, що викидаються, очевидно є необхідність обліку цих факторів при розробці заходів для вирішення практичних завдань поліпшення стану повітряного басейну міста.

Оздоровлення території міст шляхом зменшення викидів відпрацьованих газів автотранспортом вирішується на основі двох напрямків: технологічного і планувального. До технологічних заходів відноситься покращення токсичних характеристик автомобіля з удосконаленням технічної ек-

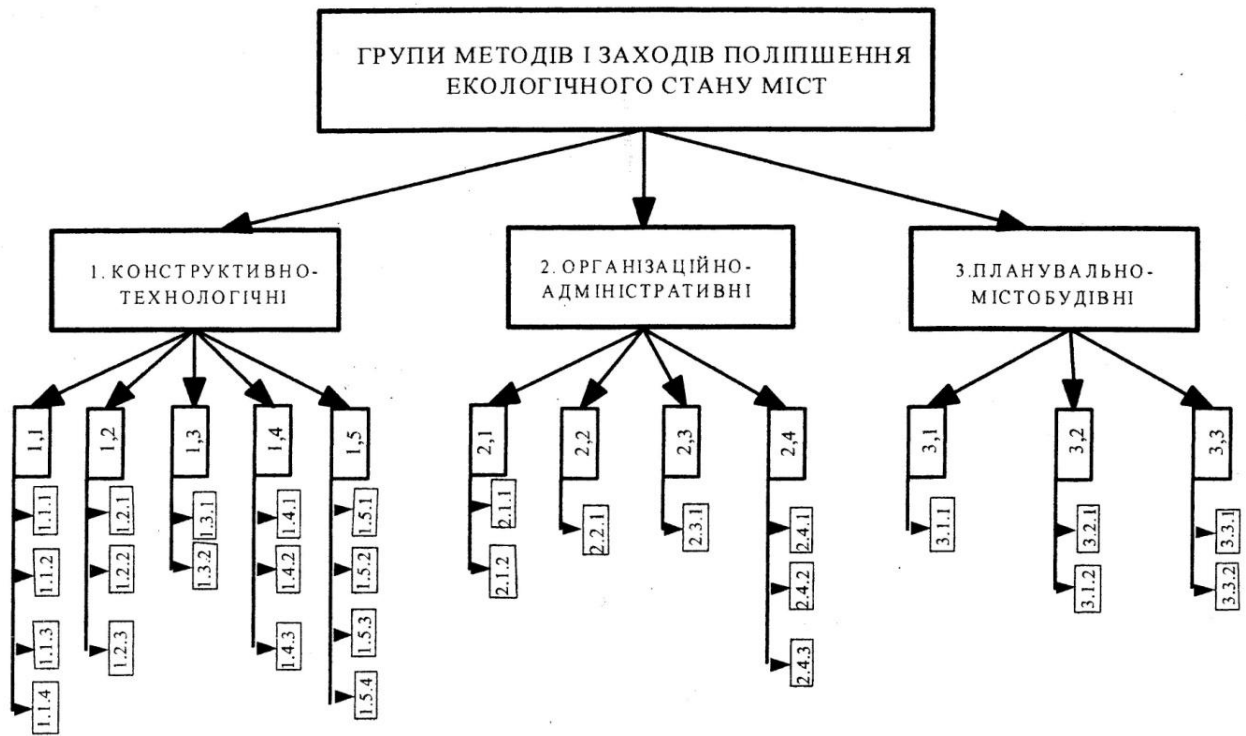
сплуатації й організації транспортного процесу в місті, які мають кінцевою метою створення транспортних засобів, що не забруднюватимуть навколишнього середовища. Вирішення цієї проблеми лише за таким напрямком не буде вірним. Треба обов'язково враховувати вплив транспортно-планувальних характеристик на рівень забруднення повітря в міській зоні.

Зниження рівня загазованості повітряного басейну міста досягається одночасним використанням різних заходів, спрямованих на зменшення токсичності викидів окремими автомобілями (застосування палива кращої якості, регулювання двигуна, вдосконалення конструкції двигуна й автомобіля), скорочення об'єму шкідливих викидів від потоків транспорту на міських магістралях (якісний і кількісний склад потоку, організація руху), зниження концентрації шкідливих речовин раціональним плануванням і забудовою території, газозахисними спорудами і зеленими насадженнями.

Класифікацію заходів з усунення негативного впливу автомобільного транспорту на міське середовище подано на рисунку.

У старих районах великих міст зі складною забудовою та існуючою планувальною структурою введення тільки технічних заходів не приведе до зниження забруднення повітря до нормального рівня. У цьому випадку велике значення має удосконалення транспортно-планувальних характеристик дорожньої мережі, покращення організації руху транспорту, обмеження загальної інтенсивності руху всього транспорту або руху вантажних автомобілів. Звідси можна зробити висновок, що регулюючи рух транспорту за годинами доби і по території міста з урахуванням його забудови і планувальної структури відповідним способом, можна звести до мінімуму шкідливий вплив автотранспорту на навколишнє середовище. Зниження щільності руху транспорту у просторі і часі, а також регулювання режимів руху на магістралях – завдання, яке може бути вирішено за допомогою АСУДР.

Насамперед слід відмітити, що способи отримання, обробки, накопичення і використання екологічної інформації повинні базуватися на сучасних принципах системного аналізу з використанням методів математичного моделювання, засобів інформатики, обчислювальної техніки і застосування



Умовні позначення

- | | |
|---|---|
| 1.1 – удосконалення двигунів; | 2.2 – зміна структури транспортного парку міста; |
| 1.1.1 – удосконалення камер згорання двигунів; | 2.2.1 – надання переваги залізничному транспорту (метрополітену); |
| 1.1.2 – рециркуляція відпрацьованих газів; | 2.3 – раціональна організація перевезень пасажирів і вантажів; |
| 1.1.3 – електронне управління роботою двигунів; | 2.3.1 – пріоритетний розвиток громадського транспорту; |
| 1.1.4 – адіабатний дизель; | 2.4 – покращення організації руху транспортних засобів на міських автомагістралях; |
| 1.2 – застосування нових видів двигунів; | 2.4.1 – виведення транзитних потоків за межі міста; |
| 1.2.1 – газотурбінні двигуни; | 2.4.2 – обмеження руху в центральній частині міста; |
| 1.2.2 – двигун Стерлінга; | 2.4.3 – впровадження АСУДР; |
| 1.2.3 – електромобіль; | 3.1 – покращення планування міст з урахуванням заходів по організації дорожнього руху; |
| 1.3 – підвищення якості традиційного моторного палива; | 3.1.1 – проектування і виконання робіт з реконструкції доріг міста з урахуванням прогнозу щодо збільшення кількості транспортних засобів; |
| 1.3.1 – зниження вмісту тетраетил свинцю; | 3.2 – планування житлових районів; |
| 1.3.2 – зниження вмісту ароматичних вуглеводів у дизельному паливі; | 3.2.1 – дотримання санітарних норм при будівництві автомагістралей і розміщенні житлових масивів; |
| 1.4 – використання альтернативних видів палива; | 3.2.2 – забезпечення оптимальної транспортної інфраструктури; |
| 1.4.1 – газове паливо; | 3.3 – захисне озеленення й екранізація придорожньої території; |
| 1.4.2 – спиртове паливо; | 3.3.1 – садіння дерев; |
| 1.4.3 – водень; | 3.3.2 – використання захисних екранів. |
| 1.5 – нейтралізація і вловлювання шкідливих речовин; | |
| 1.5.1 – каталітична нейтралізація; | |
| 1.5.2 – термічні нейтралізатори; | |
| 1.5.3 – рідинні нейтралізатори; | |
| 1.5.4 – методи вловлювання шкідливих речовин; | |
| 2.1 – удосконалення системи нормування і контролю в містах; | |
| 2.1.1 – прийняття відповідних стандартів і норм; | |
| 2.1.2 – впровадження транспортно-екологічного моніторингу; | |

Рис. Класифікація заходів усунення негативного впливу автомобільного транспорту на міське середовище

космічної зйомки для контролю й аналізу дорожньої мережі. Основні напрями та заходи зі зниження рівня загазованості міст транспортом вказують на комплексний характер цієї актуальної науково-технічної проблеми. Серед великої кількості планувальних засобів регулювання газозахисного режиму найбільш ефективними для міста є такі:

- вдосконалення системи внутрішнього міського і зовнішнього транспорту, яке направлене на мінімізацію його негативного впливу;
- будівництво автомобільної магістралі, яка ліквідує транзит міжміських перевезень;
- раціональне функціональне зонування території міста, яке забезпечує зближення місць проживання і роботи;
- будівництво транспортних розв'язок у різних рівнях;
- використання будинків і споруд як екранів;
- регулювання аерації планувальними засобами, які забезпечують розсіювання вихлопних газів у житловій забудові.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черненко В., Денисов В. Еще раз о вредных компонентах отработавших газов // Авто-

мобильный транспорт. - 1986. - № 6. - С. 35-37.

2. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Малов Р.В., Ехоров В.И., Щетина В.А., Беяев В.Б. - М.: Транспорт, 1982. - 200 с.
3. Жданов А.С. Снижение влияния транспортных потоков загрязнения атмосферы в городах: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Моск. автомоб.-дорожн. институт. - М., 1984. - 17 с.
4. Дьяков А.Б., Вздыхалкин В.Н., Рузский А.В. Экологическая безопасность автомобиля. - М.: МАДИ, 1984. - С. 10-15.
5. Дьяков А.Б. Экологическая безопасность транспортных потоков. - М.: Транспорт, 1989. - С. 11-16.
6. Рейцен Е.А. Надежность обследований интенсивности движения в городах // Градостроительство. - 1983. - № 35. - С. 87-90.
7. Рейцен Е.А., Левита Я.Б. Транспортный ритм города // Строительство и архитектура. - 1985. - № 10. - С. 17.
8. Luria M., Amit U., Peleg M. Comparison of air quality data obtained from roof top. Sidewalk and suburban areas. - Environ. Monit. And Assessment, 1985. - № 3. - P. 249-254.
9. Пономаренко И.Н., Гавриленко А.И. К анализу и учету влияния города на распределение температуры // Тр. Укр. регион. НИИ Госкомгидромета, - 1984. - № 198. - С. 80-85.