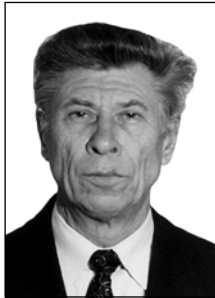


УДК: 504.7

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ В.В., КУРЛИКІН В.В. Миколаївський державний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна



Добровольський Валерій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, член-кореспондент УЕАН, автор 120 наукових праць, серед них 4 книги. Коло наукових інтересів: теоретичні основи екології, інженерна та соціальна екологія



Курликін Віталій Васильович – магістрант екології. Це його перша наукова публікація

ЕКОЛОГІЧНА РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В

В роботі проведений теоретичний аналіз проблеми урбоавтомобілізації. Здійснена комплексна оцінка якості автомобілів: як з технічної точки зору, так і з соціальної. Надаються обґрунтовані пропозиції щодо питань науково-технічного та соціально-економічного спрямування автомобілізації в містах.

There is the conducted theoretical analysis of problem of urbanmotorization. Realizable complex estimation of quality of cars: both from the technical point of view and from social. Founded suggestions in relation to the problems of scientific and technical and socio-economic direction of motorization in towns are given.

Вступ
Серед проблем, народжених урбанізацією, однією з головних є транспортна, зокрема проблема ролі автомобільного транспорту в місті. Виконуючи важливу задачу транспортування пасажирів і вантажів, він споживає приблизно 20% енергії, використаної в місті, і є одним з найбільших джерел забруднення міського атмосферного повітря (90...99% CO, 60...90% CH, 30...35% NO_x).

Структура автотранспорту в місті значною мірою визначається заможністю громадян і залежить від політики міської влади. Характерним для сучасних українських міст є збільшення кількості власних легкових автомобілів, що породжує низку проблем: розміщення гаражів, будівництво АЗС, пунктів обслуговування і ремонту, створення системи мийок та стоянок тощо. Найскладнішим є переповнення вулиць міста транспортними

засобами, зменшення швидкості транспортування і, як наслідок, значне забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами.

Вказані питання постійно аналізуються як в теоретичному, так і в практичному аспектах. Отримано певний практичний досвід. Однак постійне зростання числа легкових автомобілів на вулицях українських міст потребує не лише продовження роботи у вказаних напрямках, а й пошуку нових рішень.

1. Аналіз публікацій

Проблемі впливу автомобіля на навколишнє середовище взагалі і на атмосферне повітря в місті зокрема, присвячено багато робіт як теоретичного, так і практичного характеру. Останні спрямовані на пошуки рішень організаційної, науково-технічної, економічної, соціальної спрямованості, які можуть призвести до зменшення викидів в атмосферне повітря від автомобілів та систем їх обслуговування. Серед цих робіт слід визначити перш за все дослідження колективів під керівництвом Варшавського Н.Л., Звонова В.А. та інших [1, 4, 5]. Тут необхідно зауважити, що дослідники головну увагу приділяють економічності та токсичності автомобілів. Комплексна оцінка якості автомобілів не виконується.

Публікації теоретичного і методичного характеру спрямовані на наукове обґрунтування моделей оптимізації структури міського автомобільного транспорту і раціонального його використання, а також на біологічне обґрунтування вимог до впливу автотранспорту на середовище проживання людини [1, 2, 3, 4, 6, 7].

Аналіз публікацій виявив певну упередженість дослідників у виборі тематики, традиційність в оцінці автомобілізації,

недостатню увагу до перспектив науково-технічного прогресу в галузі автомобілебудування тощо. При розгляді питань соціальної спрямованості автомобілізації поза увагою залишаються загально визнані принципи “споживач платить” і “забруднювач платить”.

У зв'язку з означеним в статті з багатьох аспектів урбоавтомобілізації зосереджено увагу на двох: 1 – НТП та 2 – авто і люди.

Метою роботи є теоретичний аналіз і обґрунтування пропозицій щодо питань науково-технічного та соціально-економічного спрямування автомобілізації в місті.

2. Матеріал дослідження

2.1. НТП в автомобілебудуванні.

Урбанізація і автомобілізація тісно взаємопов'язані, зокрема завдяки загальній причині, якою є індустріалізація світу. Минуле століття – століття індустріалізації – характеризується фантастичними темпами автомобілізації: в першій половині століття число автомобілів збільшилось у сто разів (з 1 млн. до 100 млн. в 1955 році), за десять років (1960-1970) – удвічі. З початку століття до першої світової війни питома потужність автомобільних двигунів збільшилась з 7 до 14 кВт/т, а максимальна швидкість автомобіля – з 50 до 80 км/год.

Основні показники ресурсоемності автомобіля – питома маса і питомі витрати палива – завдяки науково-технічному прогресу постійно покращуються. Витрати палива за 60 років зменшилися приблизно в два рази: для вантажних автомобілів – з 20 до 10 літрів на сто кілометрів їзди і з 10 до 5 – для малих авто.

Як видно на рис.1, де показані витрати палива на кілометр відстані найвищі темпи прогресу спостерігалися в першій половині розглянутого

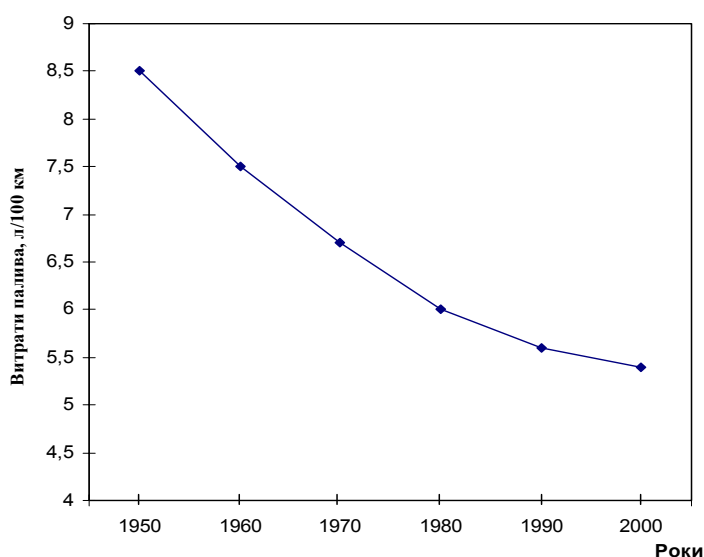


Рис. 1. Витрати палива автомобілем на сто кілометрів пробігу

Стрімке збільшення чисельності не дуже досконалої техніки в другій половині минулого століття в містах призвело до значного забруднення атмосферного повітря відпрацьованими (вихлопними) газами. За певних умов це забруднення призводило до виникнення принципового, дуже шкідливого для здоров'я людей явища – смогу, що змусило владу вжити термінових заходів, зокрема по введенню нормування вмісту шкідливих компонентів вихлопних газів. Шляхом обмеження гранично допустимих значень вмісту шкідливих речовин у викидах (ГДВ) проводилася політика “екологізації” автотранспорту. Декілька прикладів з цієї політики в США. Якщо на початку 60-х років минулого століття ГДВ по СО складав 50 г/км, і СН 6,87г/км, то в 1968 р. вони дорівнювали 21,8; 2,1 відповідно. Намагання подальшого зменшення з 1970 року величини ГДВ по СО до 14,3 і по СН до 1,4г/км викликали такий опір промисловців, що уряд змушений був перенести термін впровадження нових норм на 5 років.

Жорсткі вимоги до якості викидів стали значним стимулом в розвитку науково-технічного прогресу (НТП) в автомобілебудуванні, який характеризується трьома напрямками “еколо-гізації”:

- зменшення кількості відпрацьованих газів за рахунок підвищення паливної економічності

(тобто ККД двигуна);

- зменшення токсичності відпрацьованих газів за рахунок вдосконалення процесів паливо- і повітряподачі, утворення робочої суміші, горіння в циліндрі двигуна тощо, зокрема з допомогою найсучаснішої електронної техніки;
- зменшення вмісту токсичних складових у викидах за рахунок нейтралізації відпрацьованих в циліндрах газів встановленням на газовідвідних трубах автомобіля спеціальних пристроїв-нейтралізаторів.

Тут необхідно зауважити, що використання нейтралізаторів і електронної техніки з метою покращання якості викидів одночасно погіршує інший екологічний показник автомобіля – його ресурсоемність.

Для зменшення негативного впливу автомобілів на атмосферне повітря держави регламентують вимоги до складу відпрацьованих у двигунах газів. Як видно з табл.1, в Європі це нормування проводиться з урахуванням маси автомобіля, яка безпосередньо впливає на потужність двигуна. Важливою обставиною є те, що перегляд нормативів проводиться доволі часто – через п'ять років – і радикально. Порівняно з вимогами Євро-3, які вводилися в дію в 2001 році, в Євро-4 з 2006 року значення ГДВ зменшені в середньому вдвічі. Такі значні

Таблиця 1

Норми викидів автомобілями “Євро-3” і “Євро-4”

Гранична величина викиду, (г/км)	Вимоги					
	“Євро-3”			“Євро-4”		
	Контрольна маса автомобіля, M_k , кг					
	$M_k \leq 1305$	$1305 < M_k \leq 1760$	$M_k > 1760$	$M_k \leq 1305$	$1305 < M_k \leq 1760$	$M_k > 1760$
СН	0,2	0,25	0,29	0,1	0,13	0,16
СО	2,3	4,17	5,22	1,0	1,81	1,27
NO _x	0,15	0,18	0,21	0,08	0,1	0,11

Жорстка політика по відношенню до кількості шкідливих викидів від автомобілів проводиться і

на інших континентах. В табл. 2 наведені дані по ГДВ у США [4].

Таблиця 2

Вимоги до якості викидів легкових авто

Рік	Граничний викид (г/км)		
	СО	СН	NO _x
1960	50,0	6,87	2,5
1972	24,3	2,10	1,8
1976	2,1	0,26	0,2

Створення і використання у вихлопних системах двигунів спеціальних пристроїв – каталізаторів, в яких здійснюється доокислення відпрацьованих у циліндрах двигуна газів, що дозволило відчутно покращити якість викидів автомобілів. Наприклад, відносно нескладний двоступеневий каталізатор зменшує наявність в газах оксидів азоту в 6,2 раза, вуглеводнів – у 2,2 раза і окису вуглецю – у 2,6 раза [4]. Однак, як вже згадувалося, використання каталізаторів збільшує матеріалоемність і вартість автомобіля. На виготовлення одного каталізатора, ціна якого близько тисячі доларів, витрачається кераміка чи металева стрічка з поверхнею в декілька тисяч м² та близько 10 грамів дорогоцінних металів (платини, паладію та інших).

Завдяки науково-технічним досягненням екологічні показники автомобіля за минуле століття значно покращилися. Однак внаслідок стрімкого збільшення випуску автомобілів загальна матеріалоемність і сумарна кількість викидів токсикантів в атмосферне повітря до кінця 80-х років збільшувалася (рис. 2). Лише в короткий період кінця минулого і початку ХХ століття спостерігалось зниження сумарної кількості викидів. Сьогодні внаслідок вказаного раніше зниження темпів НТП при постійному зростанні автомобілів знову почалося збільшення загальної кількості викидів забруднюючих газів в атмосферне повітря.

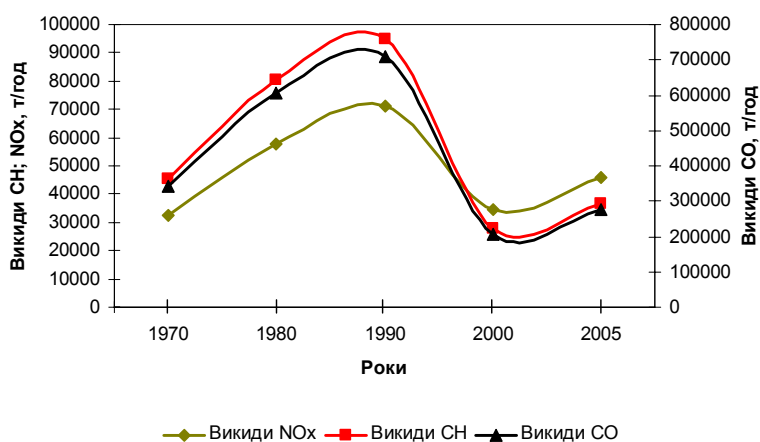


Рис. 2. Динаміка кількості викидів автомобілів

Комплексну оцінку впливу автомобілізації на природне довкілля будемо виконувати з допомогою коефіцієнта екологізації KE , який враховує як природокористування $KП$, так і забруднюючу дію $KЗ$:

$$KE = KП + KЗ.$$

У свою чергу природокористування визначається витратами природних ресурсів на виготовлення автомобіля через K_m – коефіцієнт матеріалоемності та K_e – коефіцієнт енергоемності, який враховує витрати палива під час експлуатації автомобіля:

$$KП = K_m + K_e.$$

Коефіцієнт забруднюючої дії автомобіля враховує негативний вплив на три природні середовища в місті – атмосферу, гідросферу і літосферу:

$$KЗ = aA + \gamma\Gamma + \lambda L.$$

Тут a, γ, λ – коефіцієнти вагомості атмосфери

A , гідросфери Γ , літосфери L відповідно, які встановлюються експертним шляхом за умови $(a + \gamma + \lambda) = 1,0$.

Коефіцієнт забруднення атмосфери A враховує вплив автомобілів на стан атмосферного повітря в місті через викиди токсикантів під час руху автомобілів, випаровування вуглеводнів з різних джерел, утворення дорожнього пилу тощо. Вплив токсикантів вираховується стандартними методами, наприклад з допомогою питомої токсичності (г/кВт). відпрацьованих газів [1].

$$q = \sum_i \frac{V_{co} g_i}{V_i N}$$

Тут V – санітарна норма; g_i – кількість i -тої речовини; N – потужність двигуна.

Коефіцієнт забруднення гідросфери Γ враховує вплив автомобілів на стан поверхневих і підземних вод в місті внаслідок забруднення під час мийок (миття) автомобілів, їх ремонту, на автостоянках, а також зливу з автодоріг вуглеводних плям та бруду під час атмосферних опадів.

Коефіцієнт забруднення літосфери L

враховує, по-перше, вилучення площі поверхні землі під дороги, гаражі, стоянки, мийки, майстерні, автосалони тощо і, по-друге, забруднення ґрунту переліченими спорудами і важкими металами, що випадають з відпрацьованих газів автомобілів.

2.2. Забруднювачі і споживачі мусять платити.

Визнані світовою спільнотою принципи управління природокористуванням “споживач платить” і “забруднювач платить” в розвинених країнах реалізуються різними шляхами. Зокрема включенням екологічних зборів за вплив

Число пасажирів в автобусі	Один водій	20	40	60	80
Витрати палива (л/100км)	23,0	25,5	27,5	29,6	31,4

Внаслідок вказаного негативний вплив автомобільних викидів на стан атмосферного

автотранспорту на довкілля в ціну бензину. Ці збори після реалізації палива вилучаються з прибутку і передаються в екологічний місцевий фонд. Оскільки споживання двигуном автомобіля повітря і викиди в атмосферу пропорційні витратам палива, то такий спосіб компенсації за екологічну шкоду вважається обґрунтованим. Разом з тим не можна не відмітити його соціальну некоректність щодо якості транспортних послуг.

Справа в тому, що левову долю палива двигун споживає не на транспортування пасажирів, а на

повітря мало залежить від його завантаженості (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив завантаженості легкового автомобіля на токсичні показники

Показник токсичності		Завантаженість автомобіля		
		Один водій	Водій і один пасажир	Водій і чотири пасажир
Викид автомобіля (г/км)	CO	30,00	31,35	35,40
	CH	2,00	2,05	2,20
	NO _x	2,00	2,58	1,82
Кількість викидів на особу (г/км *пас)	CO	30,00	15,68	7,08
	CH	2,00	1,03	0,44
	NO _x	2,00	1,29	0,36
Відносна токсичність перевезення пасажирів	CO	4,24	2,21	1,00
	CH	4,55	2,34	1,00
	NO _x	5,56	3,58	1,00

Інший вигляд мають показники токсичності автомобіля, якщо їх віднести до одного пасажирів. У випадках, коли перевозиться пасажирів менше, ніж передбачено при повному завантаженні автомобіля, доля газів, що

приходиться на одного пасажирів, відчутно збільшується. Ця обставина має вирішальне значення в процесі забруднення атмосферного повітря міста, де легкові автомобілі складають більше половини транспорту на вулицях (табл. 4)

Таблиця 4

Інтенсивність руху автотранспорту в м. Миколаєві

Тип магістралі	Відсоток автомобілів		
	Легкові	Мікроавтобуси	Автобуси та вантажні
Проспекти	50-75	20-40	5-10
Транспортні магістралі	65-75	15-20	15-20
Вулиці на околицях	70-80	15-30	1-2

Як правило, напівпорожні [2]:

Кількість людей в автомобілі	1	2	3	4	5
Відсоток автомобілів	40-48	36-40	9-14	6-4	

Наведені дані переконливо свідчать про значну різницю в долі екологічної шкоди, що завдається місту користувачем легкового автомобіля в порівнянні з пасажиром

великовантажного автобусу. І тому, безсумнівно, є необхідність оплати користувачем більш комфортного, ніж комунальний, транспорту додаткового забруднення повітря.

Таким чином вдається здійснити рівноправність усіх мешканців міста щодо користування загальним природним ресурсом, яким є атмосферне повітря.

Практично реалізація принципу “забруднювач і споживач платять” здійснюється у вигляді міського екологічного платежу для користувачів автотранспортом:

$$EP = PPP + TП,$$

де EP – екологічний податок (платіж);

ПП – паливний платіж;

ТП – токсичний платіж.

ПП є завжди і залежить від споживання палива. ТП = 0 для користувачів багатомісних автобусів. В інших випадках

$$ТП = \sum_{i=1}^i (B_i * H_i)$$

де H_i – норматив оплати одиниці викиду i -го газу;

B_i – понаднормативний викид i -го газу, що визначається як

$$B_i = B_{i\text{фн}} - B_{i\text{н}}$$

Тут $B_{i\text{н}}$ – нормативний викид газу, що дорівнює викиду багатомісного автобуса на 1-го пасажера;

$B_{i\text{фн}}$ – фактичний викид i -го газу, що

приходиться на 1-го пасажера певного транспортного засобу.

Висновки і пропозиції

1. Екологічні і соціальні проблеми, пов'язані з транспортуванням жителів міста, незважаючи на значні досягнення в галузі автомобілебудування, не втрачають актуальності та продовжують загострюватися в зв'язку з глобальними урбологічними тенденціями. Автомобільні транспортні системи залишаються основним джерелом забруднення середовища проживання людей і, перш за все, атмосферного повітря.
2. Державні і місцеві органи влади вживають різноманітних заходів адміністративного і економічного спрямування з метою зменшення кількості токсичних газів, що викидаються автомобілями під час експлуатації в місті. Особливо ефективним заходом виявився НТП, завдяки досягненням якого вдалося в кінці минулого століття знизити токсичність автомобіля більш ніж у десять разів. Але можливості НТП в основному вичерпані і подальшого покращання екологічних показників міського транспорту слід очікувати від інших напрямів вдосконалення системи управління в місті.
3. Одним з перспективних методів управління транспортом в місті слід вважати розповсюдження економічного методу платного

ЛІТЕРАТУРА

1. Варшавський І.М., Малов Р.В. Как обезвредить отработавшие газы автомобиля // Транспорт. – М., 1968. – 128 с.
2. Добровольський В.В. Оцінка забруднення автотранспортом атмосферного повітря в місті // Наукові праці: – Вип. 8. Екологія. – Миколаїв: Вид-во МДГУ. – 2002. – С. 42-46.
3. Добровольський В.В., Соловйов С.М. Кардинальна зміна орієнтирів НТП – обов'язкова і важлива умова переходу на шлях сталого розвитку // Наукові праці МДГУ ім. Петра Могили. – Вип. 40. Том 53. – 2006. – С. 108-114.
4. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания // Машиностроение. – М., 1973. – 200 с.
5. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте // Транспорт. – М., 1984. – 302 с.
6. Иванов В.Н., Старчевус В.К. Экология и автомобилизация. – К.: Будівельник, 1990. – 128 с.
7. Измеров Н.Ф. Социально-гигиенические аспекты охраны атмосферного воздуха в условиях научно-технического прогресса. – М.: Медицина, 1976. – 185 с.