

Крельштейн Петр Давидович, доцент, кандидат технічних наук, кафедра землеустрою і кадастру, Київський національний університет будівництва і архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03680

Маліна Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, кафедра інженерної геодезії, Одеська державна академія будівництва і архітектури, вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, Україна, 65029

УДК 629.612436

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.49339

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ТА ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

© В. П. Юдін, А. М. Каплуновська, О. В. Тарасенко, Г. А. Золотарев

У статті розглянуто стан забруднення атмосфери шкідливими викидами автотранспорту, еволюція їх нормування в Європейському союзі, причини відставання за нормами викидів автотранспорту в Україні; проаналізовані конструктивні, організаційні та контролюючі заходи щодо зменшення рівня шкідливих викидів; представлені нестандартні пропозиції по взаємодії власників автотранспортних засобів з контролюючими органами; позитивний досвід Запорізького регіону

Ключові слова: екологія, навколишнє середовище, автотранспорт, бензин, дизельне паливо, викиди, нормування, контроль, зниження, заходи

The article studies the degree of atmosphere pollution with automobile transport exhaust gases, the evolution of their rating in the European Union, and the reasons why Ukrainian automobile transport exhaust gases lag behind in meeting emission standards. Constructive, organizational, and regulating techniques aimed at reducing the amount of exhaust gases are analyzed; non-standard propositions concerning cooperation of motor vehicle owners and regulatory authorities are offered; the examples of successful practices employed in Zaporizhia region are given

Keywords: ecology, environment, automobile transport, petrol, diesel fuel, emissions, limitation, regulation, reduction, technique

1. Вступ

Роль автомобіля у житті сучасної людини постійно зростає. Автомобіль став символом якості життя. За станом на початок 2015 року автомобільний парк світу перевищив 1 мрд одиниць, в тому числі в Україні наближається до 10 млн. Неухильне зростання чисельності автомобілів сприяє розвитку негативних екологічних факторів, перш за все, погіршенню атмосферного повітря. Ця загальнолюдська проблема примушує вчених і виробників автомобільних транспортних засобів шукати як глобальні, так і тимчасові методи і засоби зниження шкідливих викидів у відпрацьованих газах автомобільних двигунів.

2. Аналіз літературних даних про нормування шкідливих викидів автотранспорту

У далекому вже 1992 році країни Євросоюзу ввели на своїй території першу норму Євро-1 ЄЕК ООН, яка встановлювала гранично-допустимий вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів. На протязі кожних наступних 4–5 років Євросоюз неухильно посилював ці норми. Наприкінці 2015 року у Європі планується введення до дії нормативу Євро-6. Перш за все, йдеться про вміст монооксиду вуглецю (CO), вуглеводнів (HC), оксидів азоту (NO) та твердих частинок [1–3].

Ретельний аналіз динаміки зниження норм шкідливих викидів за 23 роки від Євро-1 до Євро-6 показує, що по дизельним двигунам норми викидів знизились у 5–6 разів, по бензиновим двигунам – у 2,0–2,5 рази, а по твердим частинкам РМ (сажі) у дизелів – в 28 разів (!). Саме ці частинки можуть бути носіями онкологічно небезпечного бенз(а)пірену [2, 4].

На цей час дизельні автомобілі у Євросоюзі складають більше 50 % усіх нових автомобілів і саме вони є основними джерелами забруднення оксидами азоту. Слід відмітити, що за даними ЄЕК ООН реальний рівень шкідливих викидів автомобілів з дизельними двигунами при переході з Євро-3 на Євро-6 знизився лише на 40 %. Тому ЄЕК ООН готує зараз покращену процедуру сертифікації нових автотранспортних засобів, згідно з якою з 2017 року автовиробники будуть зобов'язані окрім заводських і стендових випробувань проводити реальні дорожні випробування з використанням сучасної портативної системи вимірювання викидів [5].

Більшість вітчизняних (в тому числі російських) автомобілів у віці понад 20 років ледве відповідають нормам Євро-2 по ДСТУ 4276-04 і ДСТУ 4277-04 [6, 7]. З 1-го січня 2014 року в Україні були введені норми викидів на рівні стандарту Євро-4, який діє у Євросоюзі з 2005 року.

Причини значного відставання України від країн Євросоюзу у виконанні нормативів Євро лежать на поверхні. Перш за все, наявність в експлуатації великої кількості старих карбюраторних і невідосконалених дизельних автомобілів з середнім віком понад 20 років. По-друге, невідповідність якості палива (особливо дизельного) вимогам сучасних електронних систем живлення. І нарешті, відсутність чіткої і обов'язкової системи контролю двигунів на виконання діючих екологічних норм.

3. Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є теоретичний аналіз ефективності методів і засобів зниження шкідливих викидів, а також експериментальне дослідження автомобільних потоків у м. Запоріжжі з теоретичним розрахунком витрат палива і компонентів шкідливих викидів.

Найбільш важкою і важливою задачею досліджень є організація ретельного спостереження цілоденних автомобільних потоків з ранжуванням транспортних засобів за типами.

З метою впровадження вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату основним напрямом діяльності по охороні атмосферного повітря від пересувних джерел має бути практичне виконання заходів з реалізації Кіотського протоколу 1997 року (Японія) по скороченню або стабілізації парникового ефекту. За цим протоколом Україна була зобов'язана зберегти середньорічні викиди в період 2008–2012 роках на рівні 1990 року. Чи виконані ці вимоги, зараз сказати неможливо. В той же час, можна стверджувати, що масовий вивід з експлуатації старих карбюраторних і дизельних автомобілів і неухильне поповнення автопарку сучасними автомобілями з електронними системами подачі палива і запалювання, каталітичних нейтралізаторами відпрацьованих газів і системами самодіагностики, поліпшення якості палива значно сприяють зниженню шкідливих викидів автотранспортом.

Нажаль на протязі останніх 2-х років спостерігається значне скорочення приладного контролю рівня токсичності автомобільних двигунів органами ДАІ. Це сталося як за рахунок зменшення у військовий час чисельності пересувних контролюючих постів, так і внаслідок недостатньої кількості сучасної дорогої багатофункціональної газоаналітичної апаратури.

В загальному випадку усі заходи, спрямовані на зменшення рівню шкідливих викидів, можна поділити на три основні групи: *конструктивні, організаційні і контролюючі*.

4. Конструктивні заходи

Серед цих заходів ведуче місце займає масове впровадження електроніки у процес спалювання вуглеводного палива. Саме послідовне вдосконалення електронних систем призвело до утворення систем з розподіленим уприскуванням палива, коли воно подається до зони впускних клапанів в строго певний момент часу, що забезпечує повноту згорання горю-

чої суміші і мінімальні шкідливі викиди. Завершують їх очищення каталітичні нейтралізатори, але їх ефективність і довговічність сильно залежать від якості палива [8].

Серед багаточисельних конструктивних «ноу-хау» певний інтерес представляють: каталітичний фільтр-перетворювач палива, магнітно-волновий структуризатор палива, резонансно-плазменні свічки запалювання. Але їх масове впровадження стримується сумнівною ефективністю і високою вартістю – до 2000 грн. за один пристрій.

Газове і біопаливо може удвічі зменшувати шкідливі викиди, але теж до кінця не вирішують проблему, а переобладнання звичайних систем живлення під газове паливо теж коштує недешево. Дороги і не дуже зручними залишаються і гібридні автомобілі з використанням електричної енергії при русі у межах міста.

Швидкий розвиток «чистих» електромобілів стримується внаслідок відсутності високоефективних акумуляюючих джерел електроенергії, їх великої маси, обмеженого пробігу і великої вартості.

І, нарешті, про водневе паливо. Водень як паливо для транспортних засобів вже давно претендує на ведучу позицію серед інших альтернативних джерел енергії завдяки високій екологічності і порівняно високим коефіцієнтам корисної дії. Примусити рухатись самохідний екіпаж за допомогою енергії водню зміг ще Ж. Е. Ленуар у 1859 році, тобто більш як півтора сторіччя тому. Чому ж він досі практично не використовується на транспорті? Причина зрозуміла: людству дуже важко відмовитися від звичайного вуглеводного палива. Уряди і автовиробники ведучих країн світу постійно відкладають термін переведення виробництво транспортних засобів на водневе паливо. Серед причин такого становища – небажання нафтових магнатів втрачати мільярні прибутки від продажу вуглеводного палива.

Використання водню сьогодні є одним з найбільш перспективних напрямків сучасної енергетики. І ось перше серйозне підтвердження цієї тези. На автосалоні Токіо – 2014 автоконцерн Тойота представив водневий автомобіль модельного ряду, який може бути запущений в серію наприкінці 2015 року. Але проблеми залишаються: вибухонебезпека, висока вартість, складні питання водневих заправок.

5. Організаційні заходи

До цієї групи заходів можна віднести:

- проведення ретельного моніторингу інтенсивності руху автотранспорту на найбільш напружених магістралях і перехрестях міст-мегаполісів з використанням сучасних засобів спостереження і комп'ютерної обробки результатів;

- переустрій міських транспортних розв'язок з метою скорочення зупинок і черг на напружених перехрестях;

- масове впровадження систем регулювання дорожнього руху за принципом «зеленої хвилі»;

- заохочення володарів автотранспорту в обов'язковому контролі двигунів на рівень токсичних викидів.

6. Контролюючі заходи

Багаторічний досвід проведення контролюючих заходів дозволяє вважати найбільш ефективними з них наступні:

– ретельний інструментальний контроль і регулювання двигунів на СТО з видачею талона «чистого викиду»;

– обов'язковий інструментальний контроль органами ДАІ автомобілів, що були у вжитку на момент продажу;

– безперервний (фоновий) моніторинг стану повітря на напружених перехрестях і магістралях з використанням стаціонарних або пересувних лабораторій;

– опосередкований розрахунок кількості шкідливих викидів по результатам спостереження автомобільних потоків з визначенням теоретичної витрати палива.

Слід відмітити, що досвід примусового контролю автомобілів на вміст шкідливих викидів пересувними постами ДАІ не створює позитивної зацікавленості водіїв. На наш погляд, більш ефективним можна вважати своєчасний контроль двигунів і одержання водіями на СТО талону «чистого викиду», який дає право на пільгову заправку, за принципом накопичення бонусів або зі зменшення її вартості, наприклад, на 10 %. Але це питання потребує узгодження з паливними компаніями на державному рівні.

7. Результати досліджень та їх обговорення

Місто Запоріжжя входить до п'ятірки міст України із загальним несприятливим екологічним станом завдяки шкідливим викидам промислового походження. Підприємства металургійної галузі викидають щорічно на кожного жителя міста понад 200 кг шкідливих хімічних речовин. У таких умовах транспортний «додаток» є особливо небезпечним. Оксиди вуглецю, сірки і азоту, альдегіди, бенз(а)пірен, сажа та інші речовини не встигають на перехрестях підняти природній аерації і в певних умовах накопичуються у приземних шарах атмосфери. Шкідливі викиди автотранспорту у місцях масового скопичення людей у години «пік» досягають 70 % від загального отруйного фону. Це призводить до зростання ризиків захворювання населення міста.

Гостротоксичні і канцерогенні сполуки безпосередньо діють на пішоходів і жителів прилеглих будинків, викликаючи такі захворювання як алергія, бронхіальна астма, ракові пухлини тощо [9].

За ініціативою Запорізького міськвиконкому при участі вчених транспортного факультету ЗНТУ і фахівців Київського інституту санітарії і гігієни ім. Марзеєва виконано повномасштабне дослідження 10-ти найбільш напружених автомагістралей і перехрестів міста [10]. Використання сучасної цифрової відеоапаратури і комп'ютерної обробки результатів дозволили встановити, що середня інтенсивність руху на досліджених перехрестях досягає 3000 автомобілів на годину, а на перехресті пр. Леніна і вул. Української – понад 5000 авт/год. При цьому затримки руху на окремих перехрестях перевищують 4–5 фаз горіння дозвільного сигналу світлофору.

Розрахункові викиди шкідливих речовин, визначені за рівнями регресії з врахуванням коефіцієнтів емісії окремих компонентів і теоретичної витрати палива, на 10-ти перехрестях склали: оксиду вуглецю – 22 тони; вуглеводнів – 67 тон; диоксиду азоту – 24 тони; диоксиду сірки – 2 тони; сажі – 700 кг; бенз(а)пірену – 200кг. За даними інституту ім. Марзеєва ризики захворювання при таких викидах у 100 разів перевищують норми. Ця інформація була надрукована у обласній газеті «Міг» №38 від 19.12.2013 р. [11].

У грудні 2012 року Запорізька міська рада затвердила нову природоохоронну Програму для індустріального міста, в яку вперше був внесений розділ з транспортної екології [12]. А взагалі за останні 7 років у м. Запоріжжі виконаний значний обсяг робіт по переустрю напружених автомагістралей і перехрестів, в тому числі засвоєна Прибрежна автомагістраль, значно розширене Космічне шосе, побудовані мостові переходи по вул. Радгоспній і Чекістів, центр міста з'єднаний з Прибрежною автомагістраллю по вул. Лермонтова. Основні автомагістралі оснащені світлофорним регулюванням за принципом «зеленої хвилі». На черзі – завершення будівництва нових мостових переходів через р. Дніпро, що значно зменшить негативний вплив викидів автотранспорту на унікальний природний заказник о. Хортицю та багатонаселений Хортицький мікрорайон міста, а також переустрій напружених перехрестів вул. Радгоспна – вул. Культурна і вул. Іванова – вул. 8 березня.

8. Висновки

Аналіз літературних джерел і багаторічний досвід авторів статті у сфері автотранспортної екології дозволяють зробити наступні висновки:

– в сучасних умовах експлуатації багатомільйонного автопарку України (відсутності достатнього фінансування на придбання газоаналітичної апаратури, низької якості автодоріг і палива) необхідна принципова зміна системи контролю рівня шкідливих викидів, яка могла б матеріально і морально заохочувати власників автомобілів до своєчасного контролю і регулювання двигунів;

– відносно великих міст-мегаполісів найбільш ефективним залишається оптимальний переустрій напружених автомагістралей і перехрестів та впровадження світлофорної системи за принципом «зеленої хвилі», що підтверджено досвідом міста Запоріжжя.

Література

1. Гончарук, В. С., Оцінка безпеки життєдіяльності людини через оцінку екологічного ризику [Текст] / В. С. Гончарук, С. М. Орел // Безпека життєдіяльності. – 2008. – № 7. – С. 32–34.
2. Гутаревич, Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт [Текст]: навч. пос. / Ю. Ф. Гутаревич. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
3. Двигуни внутрішнього згорання Т. 5. Екологізація [Текст] / за ред. проф. А. П. Марченко та проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004 – 360 с.
4. Редзюк, А. М. Нормування екологічних показників ДВЗ: розвиток, стан, нормативи [Текст] / А. М. Редзюк,

Ю. Ф. Гутаревич // Автошляховик України. – 2001. – № 4. – С. 2–9.

5. Екологічні проблеми транспорту [Текст] / упоряд. Т. В. Тимочко, Н. В. Черненко. – К.: Аспект-Поліграф, 2006. – 36 с.

6. ДСТУ 4276-04. Норми і методи вимірювання димності у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі [Текст]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2004.

7. ДСТУ 4277-04. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині або газовому паливі [Текст]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2004.

8. Юдин, В. П. Проблемы надежности электронных систем управления автомобильных двигателей [Текст]: зб. наук. пр. / В. П. Юдин, Г. В. Борисенко, Е. А. Падченко // Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2006. – № 24. – С. 118–122.

9. Экология города [Текст]: учебник / под ред. В. Ф. Столберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

10. Юдин, В. П. Транспортно-екологічні проблеми індустріальних міст [Текст] / В. П. Юдин, О. О. Падченко, І. Л. Бройде. – Дніпропетровськ: АМСУ, 2007. – С. 17–19.

11. Шкарупа, С. С. Газовая атака на запорожцев из выхлопной трубы [Текст] / С. С. Шкарупа // газ. «МИГ». – 2013. – № 39.

12. Програма природоохоронних заходів, спрямована на охорону довкілля, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки міста Запоріжжя [Текст]. – Управління з питань екобезпеки міської ради. – Запоріжжя, 2012.

References

1. Goncharuk, V. S., Orel, S. M. (2008). Otsinka bezpeky zhyttediyalnosti ludyny cherez otsinku ekologichnogo ryzyku [Evaluation of human activity safety through evaluation of ecological risk]. *Life Safety*, 7, 32–34.

2. Gutarevych, Y. F. (2006). *Ecologia ta avtomobilny transport* [Ecology and automobile transport]. Kyiv: Aris-tey, 292.

3. Marchenko, A. P., Shehovtsova, A. F. (Eds.) (2004). *Dvyguny vnutrishnyogo zgoryannia* [Internal combustion

engines] (Vol. 5: *Ecologizatsia* [Ecologization]). Kharkiv: Prapor, 360.

4. Redziuk, A. M., Gutarevich, Ju. F. (2001). *Normuvannia ekologichnyh pokaznykiv DVS: rozvytok, stan, normatyvy* [Rationing values of internal combustion engines: development, condition, norms]. *Automobile Transport of Ukraine*, 4, 2–9.

5. Timochko, T. V., Chernenko, N. V. (2006). *Ecologichni problem ntansportu* [Ecological problems of transport]. Kyiv: Aspelkt-Poligraph, 36.

6. DSTU 4276-04 (2004). *Normy i metody vymiriuvannia dymnosti u vidpratsiovanyh gasah avtomobiliv shcho pratsiuiut' na benzyni abo gazovomy palyvi* [Norms and methods of evaluating smokiness in petrol- or gas-operated automobile exhaust gases. The State Committee of Ukraine on Technical Regulation and Consumption Policy. Kyiv.

7. DSTU 4277-04 (2004). *Normy i metody vymiriuvannia vmistu oksydu vugletsiu u vidpratsiovanyh gasah avtomobiliv shcho pratsiuiut' na benzyni abo gazovomy palyvi* [Norms and methods of evaluating carbon dioxide content in petrol- or gas-operated automobile exhaust gases. The State Committee of Ukraine on Technical Regulation and Consumption Policy. Kyiv.

8. Yudin, V. P., Borisenko, G. V., Padchenko, Y. A. (2006). *Problemy nadezhnosti elektronnyh system upravlenia avtomobil'nyh dvigateley* [Reliability aspects of electronic control systems of automobile engines]. *Collection of Scientific Papers of NSU. Dnipropetrovsk*, 24, 118–122.

9. Stolberg, V. F. (Ed.) (2000). *Ecologia goroda* [City ecology]. Kyiv: Libra, 464.

10. Yudin, V. P., Padchenko, Y. A., Broide, I. L. (2007). *Transportno-ecologichni problem industrial'nyh mist* [Transport and ecological problems of industrial cities]. *Dnipropetrovs'k*, 17–19.

11. Shkarupa, S. S. (2013). *Gazova ataka na zaporozh-tsev iz...vyhlopnoy truby* [Gas attack at Zaporizhia inhabitants from...an exhaust pipe]. *MIG*, 39.

12. *Programa pravoohoronnyh zahodiv spriamovana na ohoronu dovkillia, ratsional'ne vykoryctannia resursiv ta zabezpechennia ekologichnoi bezpeky mista Zaporizhia* [Program on legal methods aimed at environment protection, rational use of natural resources, and at providing ecological safety of Zaporizhia]. (2012). The Department of Ecosafety of the City Council. Zaporozhye.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Г. Ф. Бабушкін
Дата надходження рукопису 18.08.2015*

Юдін Володимир Петрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра транспортних технологій, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063
E-mail: yvp-7@ukr.net

Тарасенко Олександр Віталійович, старший викладач, кафедра транспортних технологій, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063

Каплуновська Алла Миколаївна, старший викладач, кафедра транспортних технологій, Запорізький національний технічний університет, вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063

Золотарьов Гліб Анатолійович, начальник управління, Запорізька міська рада, вул. Зелінського, 4, м. Запоріжжя, Україна, 69003