https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.27.289

УДК 504:625.7

Харитонова Н. М., *https://orcid.org/0000-0001-5732-3407*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПОВІТРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Анотація

Вступ. Негативний вплив транспортних засобів на повітряне середовище, у першу чергу, проявляється не тільки у великих містах і на автомагістралях мегаполісів, а й на автомобільних дорогах загального користування, що характеризуються інтенсивним рухом транспорту. Специфіка пересувних джерел забруднення (автомобілів) проявляється у низькому розташуванні, просторової розподіленості та безпосередній близькості до населених пунктів. Усе це призводить до того, що автотранспорт створює великі та стійкі зони, у яких у кілька разів перевищуються екологічні нормативи забруднення повітря.

Проблематика. Наразі в Україні чинні методології для визначення розрахунковим шляхом оцінку впливу на повітряне середовище в зоні впливу автомобільних доріг. Валові викиди забруднюючих речовин та парникових газів від транспортних засобів визначаються виключно за статистичними даними щодо споживання палива двигунами внутрішнього згоряння автотранспорту юридичних і фізичних осіб.

Мета. Уточнити оцінки валових викидів забруднюючих речовин і парникових газів у відпрацьованих газах від автотранспортних засобів під час руху на автомобільних дорогах, включаючи виконання європейських нормативів EURO V, з визначенням об'єктивного рівня негативного впливу на повітряне середовище.

Матеріали і методи. Аналітичні, інформаційно-пошукові.

Результати. У роботі представлено порядок розрахунків викидів забруднюючих речовин і парникових газів при роботі транспортних засобів під час експлуатації автомобільних доріг загального користування.

Висновки. Проведений аналіз дозволить оцінити, розрахунковим методом, негативний вплив на повітряне середовище в зоні впливу автомобільних доріг, визначено порядок розрахунку викидів забруднюючих речовин і парникових газів від транспорту під час руху на автомобільних дорогах загального користування.

Ключові слова: автомобільна дорога, транспортні засоби, повітряне середовище, забруднюючі речовини.

Вступ

Вплив на навколишнє середовище автомобільної дороги, як інженерної споруди, має постійний характер і не є шкідливим при умові гармонічного поєднання з довкіллям. Відповідно до ДБН В.2.3-4:2015 [1] джерелами потенційного впливу планованої діяльності на навколишнє середовище є: автомобільна дорога як інженерна споруда, транспортний рух, технологічні процеси будівництва й утримання автомобільної дороги.

За останні роки в Україні значно оновилась база нормативно-правових актів та нормативно-технічної документації, які регулюють питання охорони навколишнього середовища, та галузевих нормативних документів з екологічної безпеки. Сфера застосування значної кількості цих документів розповсюджується і на дорожню галузь. Слід зазначити, що екологічні вимоги стали більш жорсткими (особливо ті, що необхідно враховувати при розробленні проєктної документації) та значно розширився їх перелік.

У проєктній документації на будь-яку плановану діяльність пов'язану з автомобільною дорогою необхідно розроблення розділу «Оцінку впливів на навколишнє середовище» згідно державних будівельних норм ДБН А.2.2-1-2021 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) [2].

До складу матеріалів ОВНС включаються: характеристика джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, схема їх розміщення, розрахунки потужності викидів цих джерел з посиланням на використані методики [2].

Джерелом безпосереднього впливу на навколишнє середовище при експлуатації автомобільної дороги є транспортні засоби, що рухаються по дорозі [3]. Розрахунки потужності викидів забруднюючих речовин і парникових газів від транспортних засобів довгий час виконувались за методикою, що включає статистичні дані щодо споживання палива двигунами внутрішнього згоряння автотранспорту юридичних і фізичних осіб. Діючі методики розрахунків викидів не включали особливості умов дорожнього руху, інтенсивності та склад транспортних засобів. Проблематику вивчення розрахунку викидів від транспортних засобів неодноразово піднімали фахівці-екологи в дорожній галузі [4, 5].

Альтернативний підхід у дослідженні з розрахунків викидів забруднюючих речовин під час руху транспортних засобів, з урахуванням їхньої інтенсивності, наведеній у ДСТУ 9030:2020 «Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проєктної документації» [6].

Основна частина

Розвиток різних напрямків виробництва і надання послуг для задоволення глобальних потреб людства спричинив низку видів діяльності, які чинять екологічне навантаження на навколишнє середовище і в багатьох випадках призводить до значного погіршення його стану через забруднення.

Якщо така діяльність буде не контрольована, то багато промислових та інших проєктів спричиняють небажані наслідки на навколишнє середовище.

Керівництво багатьох країн шукає шляхи вирішення проблем навантаження на навколишнє середовище, які можуть виникати при реалізації запланованих проєктів. Ці проблеми вирішують на етапі, який передує затвердженню проєктної документації.

У нашій державі екологічна ситуація є вкрай складною, навантаження на навколишнє середовище зростає. Забруднення і виснаження земельних ресурсів продовжує загрожувати здоров'ю населення, екологічній безпеці та економічній стабільності держави.

У зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості, збільшується потреба в транспортних зв'язках. Дорожня мережа інколи проходить через цінні сільськогосподарські землі, від шкідливого впливу автомобільного транспорту страждає тваринний, рослинний світ, а також стан здоров'я населення.

Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, але водночас її розвиток супроводжується і негативними явищами. Транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, шумового та вібраційного навантаження.

Звичайно при розробленні екологічних розділів проєктної документації на будівництво

автомобільних доріг відсутня інформація щодо прогнозної кількості спожитого палива транспортними засобами при їх русі на ділянці, що проєктується. Також недоліком базової методики для поставленої задачі є те, що за даною методикою розрахунок викидів забруднюючих речовин і парникових газів від транспортних засобів проводиться у розрізі об'єктів адміністративно-територіального устрою, за видами економічної діяльності, організаційно-правовими формами господарювання.

Основна методика базувалась на вхідних параметрах технічного завдання на проєктування нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту дороги, і, водночас, опиралась на методику розрахунку викидів забруднюючих речовин і парникових газів у повітря від транспортних засобів [7]. Наразі методика втратила чинність згідно наказу Державної служби статистики України № 60 від 19.02.2015 року.

Перевага цієї методики серед інших методик полягає, по-перше, у визначені переліку забруднюючих речовин та парникових газів, які входять до складу викидів від двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) транспортних засобів, і які підлягають оцінюванню.

До них належать: вуглекислий газ, оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки, неметанові легкі органічні сполуки, метан, оксид азоту, аміак, сажа, бенз(а)пірен, свинець. По-друге, основна методика надає кількісні показники усереднених питомих викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від споживання однієї тонни палива.

Перелік й характеристики забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферне повітря при спалюванні палива двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів наведено в **табл. 1**.

Таблиця 1

Перелік та характеристики забруднюючих речовин

Код речовини	Назва речовини	ГДК м.р., мг/м^3	ГДК с.д., мг/м^3	ОБРД, мг/м^3	Клас небезпеки
301	Азоту діоксид	0,20	0,04		3
303	Аміак	0,20	0,04		4
304	Азоту оксид	0,40	0,06		3
328	Сажа	0,15	0,05		3
330	Ангідрид сірчистий	0,50	0,05		3
337	Вуглецю оксид	5,00	3,00		4
410	Метан			50,0	
703	Бенз(а)пірен	-	0,000001		1
2754	Вуглеводні насичені C_{12}-C_{19}	1,00	-		4

Розрахунок викидів забруднюючих речовин і парникових газів від транспортних засобів проводиться з урахуванням усереднених питомих викидів речовини, вид палива, споживання палива на 1 кілометр, коефіцієнтів технічних станів транспортних засобів та інших показників впливу.

Однак, жодний із підходів до розрахунків не враховує особливості експлуатації автомобільних доріг загального користування, а саме інтенсивність руху та склад транспортного потоку.

Інтенсивність руху — це кількість транспортних засобів, яка пройшла через поперечний перетин вулиці або дороги за одиницю часу. Інтенсивність руху може виражатися у фактичних одиниця (авто/год.), коли необхідно встановити фізичну кількість транспортних засобів, а також у зведених одиницях (од/год.), коли транспортний потік на основі порівняння динамічних габаритів транспортних засобів зводиться до умовного легкового автомобіля.

Склад транспортного потоку — це співвідношення в ньому різних видів транспортних засобів, які мають різні статистичні та динамічні параметри, що суттєво ускладнюють організацію дорожнього руху. Склад транспортного потоку, вимірюється процентним співвідношенням кількості вантажних автомобілів, легкових, автобусів, які знаходяться на даній дорозі.

У формули, які вже використовуються для розрахунків викидів забруднюючих речовин спробуємо долучити вищенаведені показники інтенсивності руху та складу транспортного потоку.

Отже, валові викиди забруднюючих речовин і парникових газів у тоннах за рік (т/рік) в атмосферне повітря визначають окремо по кожному типу пального за формулою:

$$B_{ij} = П_{iНП} \cdot k_{ji} \cdot k_{jiTC}, \quad (1)$$

де $П_{iНП}$ — споживання i-го виду палива (бензину, дизельного пального, стисненого і скрапленого природного газу) транспортними засобами, кількість яких відповідає визначеній на ділянці дороги інтенсивності руху, т;

k_{ji} — усереднений питомий викид j-тої забруднюючої речовини (окрім свинцю) та парникового газу від споживання i-го виду палива, кг/т (приймають згідно з табл. А.1 [6]);

$k_{jiТС}$ — коефіцієнт впливу технічного стану автотранспорту на викиди j-тої забруднюючої речовини від використання i-го виду палива (приймють згідно з табл. А.2 [6]).

Для розрахунку $П_{iНП}$ середньої витрати бензину на 100 км дороги для транспортних засобів з бензиновими двигунами прийнято 10 л, для дизельного пального — 8 л, для газу скрапленого — 11 л, для газу стисненого — 9 л.

Щільність бензину дорівнює 0,74 кг/л, дизельного пального — 0,85 кг/л, газу скрапленого — 0,55 кг/л, газу стисненого — 0,59 кг/м^3.

Споживання i-го виду палива визначаємо за формулою:

$$П_{iНП} = I_i \cdot Q_{i(км)} \cdot L, \quad (2)$$

де $Q_{i(км)}$ — середня витрата бензину одним середньостатистичним автомобілем на 1 км дороги, т (для транспортних заходів з бензиновими двигунами — 0,000074 т/км, для дизельного пального — 0,000068т/км, для газу скрапленого — 0,0000605 т/км, для газу стисненого — 0,0000531 т/км);

L — довжина ділянки дороги, що проєктується;

I_i — інтенсивність руху транспортних засобів, які працюють на i-му виді палива (бензину, дизельного пального, стисненого і скрапленого природного газу):

$$I_i = I \cdot Ч_i \cdot D, \quad (3)$$

де I — добова інтенсивність руху транспортних засобів, авт./добу;

$Ч_i$ — частка транспортних засобів, які працюють на i-му виді палива (бензину, дизельного пального, стисненого і скрапленого природного газу) в загальній добовій інтенсивності руху транспортних засобів. Частка транспортних засобів з бензиновими двигунами складає 0,6, з дизельними — 0,33, на скрапленому газі — 0,05, на стисненому газі — 0,02.

D — кількість діб (365).

Тому кінцева формула розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря, (т/рік):

$$B_{ij} = I \cdot Ч_i \cdot D \cdot Q_{i\,(км)} \cdot L \cdot K_{ji} \cdot K_{jiTi} \ / 1\,000. \quad (4)$$

Максимальні секундні викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря, (г/с):

$$M_{ij} = B_{ij} \cdot 10^6 / (8\,760 \cdot 3\,600), \quad (5)$$

де 8 760 — кількість годин (8 760 = 24 · 365).

Ураховуючи те, що в результаті розрахункового методу тут оцінюється лише маса викиду забруднюючих речовин, то для оцінювання рівня небезпеки забруднення атмосферного повітря викидами від двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів необхідно визначити концентрації речовин у приземному шарі атмосфери з урахуванням фонової концентрації.

Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин базується на визначенні концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери [8].

Висновки

У результаті аналізу існуючих методичних рекомендацій і розрахункових методів було виявлено недосконаліть підходів до розрахунків впливу на повітряне середовище транспортних засобів під час руху на автомобільних дорогах. Існуючі методи не враховують особливості впливу на повітряне середовище інтенсивність руху та склад транспортного потоку.

Удосконалення існуючих підходів в розрахунках викидів забруднюючих речовин і парникових із урахуванням зазначених показників, дозволить в повному обсязі розрахувати кількісні характеристики викидів (маса викиду) для оцінки впливу на повітряне середовище транспортних засобів під час руху на автомобільних дорогах.

Запропонований метод впроваджено і наведено в додатку А ДСТУ 9030:2020 «Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проектної документації» успішно застосовують при розробці екологічних розділів та звітів під час проєктування автомобільних доріг загального користування державного та місцевого значення.

Впровадження запропонованого методу, дозволить перейти до єдиного методологічного апарату визначення викидів забруднюючих речовин і парникових газів, що виділяються в повітря від транспортних засобів, дасть можливість коректно приймати рішення під час проведення екологічної експертизи проєктної документації на нове будівництво, реконструкцію та капітальний ремонт дороги.

Список літератури

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Київ. 2015. 112 с. (Інформація та документація).

2. ДБН А.2.2-1-2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Київ. 2022. 22 с. (Інформація та документація).

3. Харитонова Н.М., Ярощук О.С. Впровадження нових методів оцінки впливу на довкілля при будівництві автомобільних доріг. *Дороги і мости*. Київ, 2022. Вип. 25. С. 270–277.

4. Вирожемський В.К., Волошина І.В. Нерозривний екологічний ланцюг: дорога – довкілля – життя. *Дорожня галузь України*. Київ, 2013. № 3. С. 27–32.

5. ДСТУ 9030:2020 Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проектної документації. Київ. 2020 р. 42 с. (Інформація та документація).

6. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Київ. 2008. 48 с. (Інформація та документація).

7. ОНД-86 Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться в викидах підприємств. Київ, 1986. 16 с. (Інформація та документація).

8. Збірник методик по розрахунку вмісту забруднюючих речовин в викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери. Донецьк, 2003. 178 с. (Інформація та документація).

9. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004. 148 с. (Інформація та документація).

10. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Київ, 2003. 48 с. (Інформація та документація).

11. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. Донецьк, 2000. 34 с. (Інформація та документація).

References

1. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo. (Automobile roads. Part I. Design. Part II. Construction) Kyiv, 2015. 112 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. DBN A.2.2-1-2021 Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshche (OVNS) (Composition and content of environmental impact assessment materials (EIA)). Kyiv, 2022. 22 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

3. Kharytonova N.M., Yaroshchuk O.S. Vprovadzhennia novykh metodiv otsinky vplyvu na dovkillia pry budivnytstvi avtomobilnykh dorih [Implementation of new methods of environmental impact assessment during highway construction]. *Dorohy i mosty*. Kyiv, 2022. Vyp. 25. P. 270–277 [in Ukrainian].

4. Vyrozhemskyi V.K., Voloshyna I.B. Nerozryvnyi ekolohichnyi lantsiuh: doroha - dovkillia – zhyttia [An inseparable ecological chain: road - environment - life]. *Dorozhnia haluz Ukrainy*. Kyiv, 2013. № 3. P. 27–32. [in Ukrainian].

5. DSTU 9030:2020 Avtomobilni dorohy. Otsinka vplyviv na navkolyshnie seredovyshche. Vymohy do proektnoi dokumentatsii [Automobile roads. Environmental impact assessment. Requirements for project documentation]. Kyiv, 2020. 42 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

6. Metodyka rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn ta parnykovykh haziv u povitria vid transportnykh zasobiv [Methodology for calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the air from vehicles]. Kyiv. 2008. 48 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

7. OND-86 Metodyka rozrakhunku kontsentratsii v atmosfernomu povitri shkidlyvykh rechovyn, shcho mistiatsia v vykydakh pidpryiemstv [OND-86 Methodology for calculating concentrations in atmospheric air of harmful substances contained in emissions of enterprises]. Kyiv, 1986. 16 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

8. Zbirnyk metodyk po rozrakhunku vmistu zabrudniuiuchykh rechovyn v vykydakh vid neorhanizovanykh dzherel zabrudnennia atmosfery [Collection of methods for calculating the content of pollutants in emissions from unorganized sources of atmospheric pollution]. Donetsk, 2003. 178 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

9. Zbirnyk pokaznykiv emisii (pytomykh vykydiv) zabrudniuiuchykh rechovyn v atmosferne povitria riznymy vyrobnytstvamy [Compendium of indicators of emissions (specific emissions)

of pollutants into atmospheric air by various industries]. Donetsk, 2004. 148 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

10. Metodyka rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn ta parnykovykh haziv u povitria vid transportnykh zasobiv [Methodology for calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the air from vehicles]. Kyiv, 2003. 48 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

11. Metodyka rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn peresuvnymy dzherelamy [Methodology for calculating emissions of pollutants by mobile sources]. Donetsk, 2000. 34 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Nataliia Kharytonova, *https://orcid.org/0000-0001-5732-3407*

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

EVALUATION METHOD FOR ASSESSMENT THE IMPACT OF VEHICLES ON THE AIR ENVIRONMENT

Abstract

Introduction. The negative impact of vehicles is primarily occurs not only in big cities and on roads in megacities, but also on public roads with heavy traffic. The specifics of mobile sources of pollution (cars) occurs in their low location, spatial distribution and close proximity to populated areas. All this leads to the fact that motor vehicles create big and persistent zones in which environmental standards of air pollution are exceeded several times.

Problem statement. Actually, in Ukraine there are evaluation methods for determining the assessment of the impact on the air environment in the area affected by roads. Gross emissions of pollutants and warming gases from vehicles are determined exclusively by statistical data on fuel consumption by internal combustion engines of motor vehicles of legal entities and individuals.

Purpose. Clarify the estimates of gross emissions of pollutants and warming gases in exhaust gases from the vehicles while driving on roads, including the implementation of EURO V European standards, with determination of the objective level of negative impact on the air environment.

Materials and methods. Analytical, information-searching.

Results. The paper presents the procedure for the evaluation of pollutants and warming gas emissions during the operation of vehicles driving on public roads.

Conclusions. The performed analysis will allow us to evaluate the impact on the air environment in the area affected by roads highways by evaluation method, the procedure for assessment the emissions of pollutants and warming gases from vehicles driving on public roads has been determined.

Keywords: road, vehicles, air environment, pollutants.