

УДК 504.06:519.7
UDC 504.06:519.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Гришук О.К., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Вайганг Г.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Блажчук О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCH OF TRAFFIC FLOW OPERATIONAL MODES IMPACT ON THE LEVEL OF ROADSIDE POLLUTION

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Gryshuk O.K., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Weigang G.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Blazhchuk O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ СРЕДЫ

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Гришук О.К., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Вайганг А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Блажчук Е.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. На сьогоднішній день автомобільний транспорт в м. Києві, як і в ряді інших великих міст України, є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря і створює одну з найважливіших екологічних проблем, яка характеризується значним негативним впливом на екосистеми та здоров'я населення через потрапляння у довкілля значних обсягів шкідливих речовин. Обсяги викидів мають тенденцію до зростання, що обумовлено постійним збільшенням кількості автотранспорту в місті, погіршенням технічного стану автомобільного парку, незадовільною якістю палива та недостатньо розвинутою законодавчою та юридичною базою у галузі ефективного управління автотранспортом. Саме тому виникає гостра необхідність в оцінюванні впливу транспортних потоків (ТП) автомобільних доріг на величину забруднюючих викидів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню забруднення довкілля автомобільним транспортом та пошуку шляхів покращення екологічних показників транспортних засобів (ТЗ) присвячено велику кількість досліджень. Зокрема, в роботах Ю.Ф. Гутаревича, Ю.В. Трофименка, В.Н. Луканина досліджено питання впливу різних конструкційних та експлуатаційних факторів на рівень емісії окремими ТЗ [1, 2, 3].

Методи оцінки забруднення придорожного простору регламентуються відповідними законодавчими актами України та нормативно-методичними документами. З одного боку – екологічним законодавством, що висуває загальні вимоги до здійснення будь-якої господарської діяльності, а з другого – спеціальним законодавством щодо правового регулювання суспільних відносин, що складаються в транспортній галузі.

Існують чисельні методики здійснення розрахунку масових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря транспортними засобами.

Найбільш поширеною є методика [4], яка дозволяє визначати концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Методика [5] визначає особливості розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від ТЗ. Проте дані методики є малоефективними для розрахунку забруднення на локальних перехрестях доріг, оскільки не враховують режими руху ТЗ та актуальний склад ТП. Для дослідження впливу режимів руху ТП доцільно використовувати методику «Оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення

придорожного середовища системою «транспортний потік-дорога» [6], яка враховує характеристики складу ТП та режими його руху.

Отримання інформації про забруднення придорожного середовища викидами ТП в атмосферне повітря можливе двома шляхами: експериментальними вимірами параметрів, що характеризують якість повітря придорожного середовища, та розрахунком викидів забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами.

Для вирішення задач, пов'язаних з моделюванням забруднення атмосфери ТП, найбільш перспективним є розрахунковий метод.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. На сьогоднішній день пошук обґрунтованого рішення проблеми зменшення надходження у навколишнє середовище забруднюючих речовин від ТЗ не менш актуальний, ніж розробка технологічних методів зниження викидів автотранспорту. Необхідність комплексного врахування характеристик ТП визначає потребу розробки єдиного методичного підходу до розрахунку викидів від автомобілів з врахуванням режимів їх руху.

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою роботи є оцінка впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожного середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Комплексний вплив ТП на придорожнє середовище залежить від характеристик та параметрів окремих ТЗ. Дослідження проводилися на основі методики [6] з використанням інформаційно-аналітичної системи оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік – дорога» та внесеними у систему уточненими моделями коефіцієнтів питомих викидів забруднюючих речовин (CO , NO_x , C_nH_m та $TЧ$) для різних режимів руху та видів палива [7].

Масовий викид i -ї забруднюючої речовини транспортним потоком M_i , розраховується із врахуванням категорії транспортних засобів, їх екологічного класу Євро, виду використовуваного палива за формулою, мг:

$$M_i = \frac{1}{3600} \cdot I \cdot \sum_k (m_{ikpv} \cdot \gamma_{kpj} \cdot k_j) \cdot \Delta t, \quad (1)$$

де m_{ikpv} – питомі викиди i -ї забруднюючої речовини транспортним засобом k -ї категорії екологічного класу Євро-0, який використовує p -й вид палива при v -й швидкості руху транспортного потоку, г/км;

γ_{kpj} – частка транспортних засобів k -ї категорії p -го виду палива j -го класу Євро ($\sum \gamma_{kpj} = 1$);

k_j – коефіцієнт приведення до норм j -го класу Євро;

L – довжина ділянки дороги, км;

Δt – абсолютний час викиду i -ї забруднюючої речовини, с;

I – інтенсивність транспортного потоку, авт./год.

Обробка значень питомих викидів забруднюючих речовин в різних режимах руху ТЗ [2] дозволила отримати апроксимуючі моделі. Зокрема, для режиму розгону в залежності від зміни швидкості транспортного потоку модель має вигляд:

$$m_{ikp} = a_0 + a_1 \cdot \Delta V + a_2 \cdot \Delta V^2 + a_3 \cdot \Delta V^3, \quad (2)$$

де a_i – коефіцієнти регресійних рівнянь;

ΔV – зміна швидкості транспортного потоку в процесі розгону, км/год.

Перевірка адекватності отриманих математичних залежностей, які описують емісії транспортних засобів при різних режимах руху, проводилась з використанням F – критерію Фішера, який не перевищує граничні значення.

Дослідження проводились для інтенсивності транспортного потоку 2300 авт/год в обох напрямках як середньої за результатами спостережень на дослідних ділянках. Транспортний потік, згідно з Правилами і Директивою Європейського Союзу (ЄС), складається з ТЗ категорії М (М1, М2 та М3), тобто ТЗ, які призначені для перевезення пасажирів, та категорії N (N1, N2 та N3), тобто ТЗ, які призначені для перевезення вантажів. Враховуючи статистичні дані щодо структури автотранспорту України, в дослідженнях приймався склад ТП, характеристика якого наведена на рис. 1.

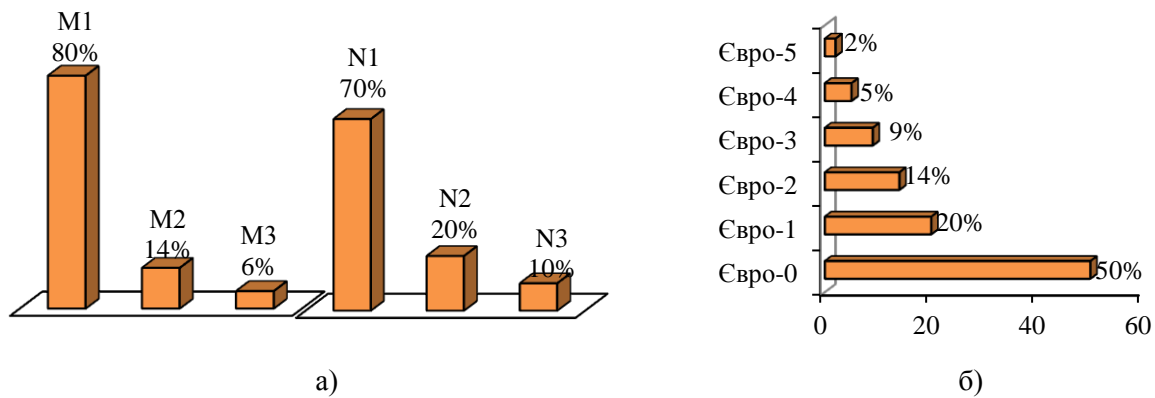


Рисунок 1 – Структура складу досліджуваного ТП:
а) за категоріями ТЗ; б) за екологічними класами ТЗ.

Для проведення дослідження впливу режимів руху ТП на рівень забруднення придорожного середовища моделювання здійснювалося за їздовим циклом, який найбільш повно відображає реальні експлуатаційні умови ТЗ. Їздові цикли містять усталені та перехідні режими у широкому діапазоні роботи двигуна автомобіля.

На сьогодні відомо багато різновидів їздових циклів. Всі вони були отримані в результаті вивчення режимів руху автомобілів в конкретних містах з урахуванням умов експлуатації, типу транспортного засобу та багатьох інших факторів [8].

Режими руху ТЗ в ТП відображає європейський міський їздовий цикл згідно з Директивою 70/220/ЕЕС та R-83, який повністю відтворює режими руху ТЗ в ТП: робота двигуна автомобіля в режимі мінімальної частоти обертання, активного холостого ходу (імітація очікування зеленого світла світлофора на перехресті), рушання автомобіля з місця та розгін до певної швидкості, рух з усталеною швидкістю на певній ділянці, перемикання передач з нижчої на вищу або в зворотному напрямку, розгін автомобіля від однієї швидкості до іншої, гальмування двигуном з однієї швидкості до іншої або до повної зупинки, службове гальмування транспортного засобу до повної зупинки з використанням робочої гальмової системи. Фрагмент міського їздового циклу тривалістю 195 с, довжиною умовного шляху 1013 м і максимальною швидкістю руху 50 км/год. показано на рис. 2.

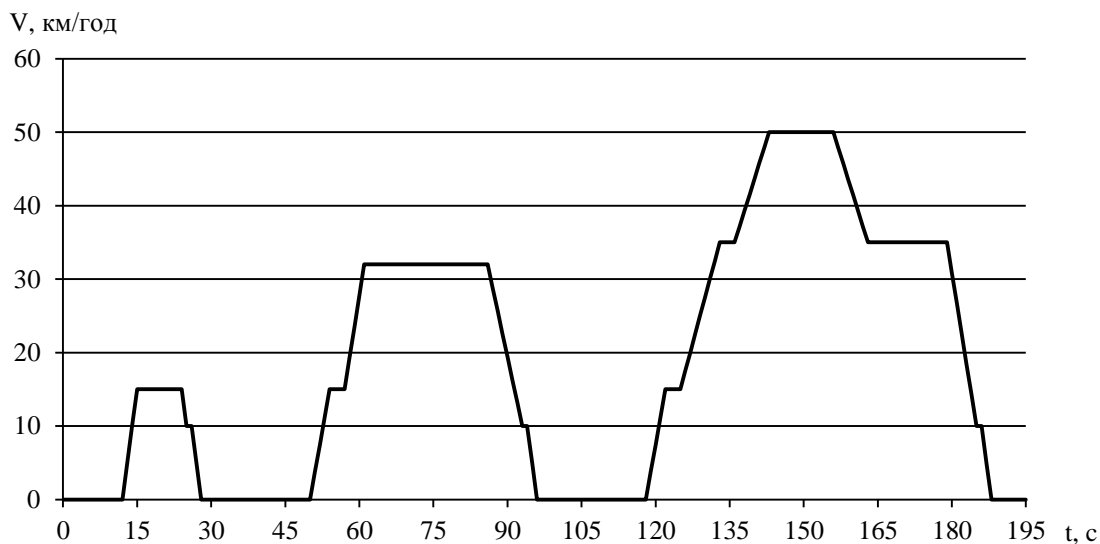


Рисунок 2 – Фрагмент міського їздового циклу (ECE City Cycle)

Результати розрахунків масових викидів ТП в режимах їздового циклу наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Розподіл масових викидів забруднюючих речовин в залежності від режиму руху ТП в їздовому циклі

Назва режиму роботи	Швидкість км/год	Тривалість режиму роботи, с	Масові викиди шкідливих речовин M_i , мг			
			CO	C_mH_n	NO_x	$ТЧ$
Холостий хід (Н)	-	11	65,46	22,16	3,64	0,33
Розгін (К1)	0...15	4	99,28	7,96	10,1	0,54
Постійна швидкість (К1)	15	8	20,96	3,65	5,39	0,08
Уповільнення (К1)	15...10	2	0,96	0,19	0,13	0
Уповільнення з відключеним зчепленням	10...0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	21	125	42,29	6,95	0,63
Розгін (К1)	0...15	5	124,2	9,94	12,62	0,67
Переключення передач(К1-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К2)	15...32	5	145,63	6,76	12,43	0,75
Постійна швидкість (К2)	32	24	39,9	7,03	11,81	0,12
Уповільнення (К2)	32...10	8	2,02	0,31	0,23	0,01
Уповільнення з відключеним зчепленням	10...0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	21	125	42,29	6,95	0,63
Розгін (К1)	0...15	5	124,2	9,94	12,62	0,67
Переключення передач(К1-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К2)	15...35	9	255,03	11,38	23,68	0,97
Переключення передач(К2-К3)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К3)	35...50	8	154,37	7,33	13,21	0,61
Постійна швидкість (К3)	50	12	14,81	2,95	8,78	0,06
Уповільнення (К3)	50...35	8	1,13	0,19	0,11	0
Постійна швидкість	35	13	20,11	3,61	6,58	0,06
Переключення передач(К3-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Уповільнення (К2)	32...10	7	1,7	0,28	0,21	0,01
Уповільнення з відключеним зчепленням	10...0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	7	41,67	14,09	2,32	0,21
Σ		195	1416,86	210,02	141,42	6,62

Як видно з таблиці 1, найбільш суттєву частку забруднюючих речовин складають викиди CO , оскільки 50% транспортних засобів в потоці не мають будь-яких систем нейтралізації забруднюючих речовин. (відповідають екологічному класу Євро-0).

Аналіз сумарних викидів дослідних забруднюючих речовин в окремих режимах руху ТП в їздовому циклі дозволяє оцінити вагомість цих режимів. Як видно з рис. 3, найбільша кількість викидів ЗР (60...64%) характерна для режиму розгону. Викиди CO в режимі розгону складають 64%, в режимі холостого ходу – 28% і є значно меншими в режимі усталеного руху (7%). Аналогічна тенденція спостерігається для масових викидів NO_x та $ТЧ$. Проте викидів C_nH_m є найбільшими в режимі холостого ходу (65%), в режимі розгону – 26% і близько 8% при постійних швидкостях.

Порівняльний аналіз питомих (мг/км) масових викидів забруднюючих речовин при різних режимах руху ТП (табл.2) показав найменший вплив транспортного потоку на придорожнє середовище в режимі усталеного руху.

Питомі викиди окремих забруднюючих речовин в цьому режимі в 4,3...21,5 рази менші, ніж в режимі розгону. Це свідчить про доцільність забезпечення руху транспортного потоку з постійними швидкостями, що може бути досягнуто за допомогою таких заходів як організація «зеленої хвилі» на довгих ділянках автодоріг міста, використання системи «старт-стоп», що автоматично вимикає двигун при зупинці автомобіля, зменшення кількості нерегульованих пішохідних переходів тощо.

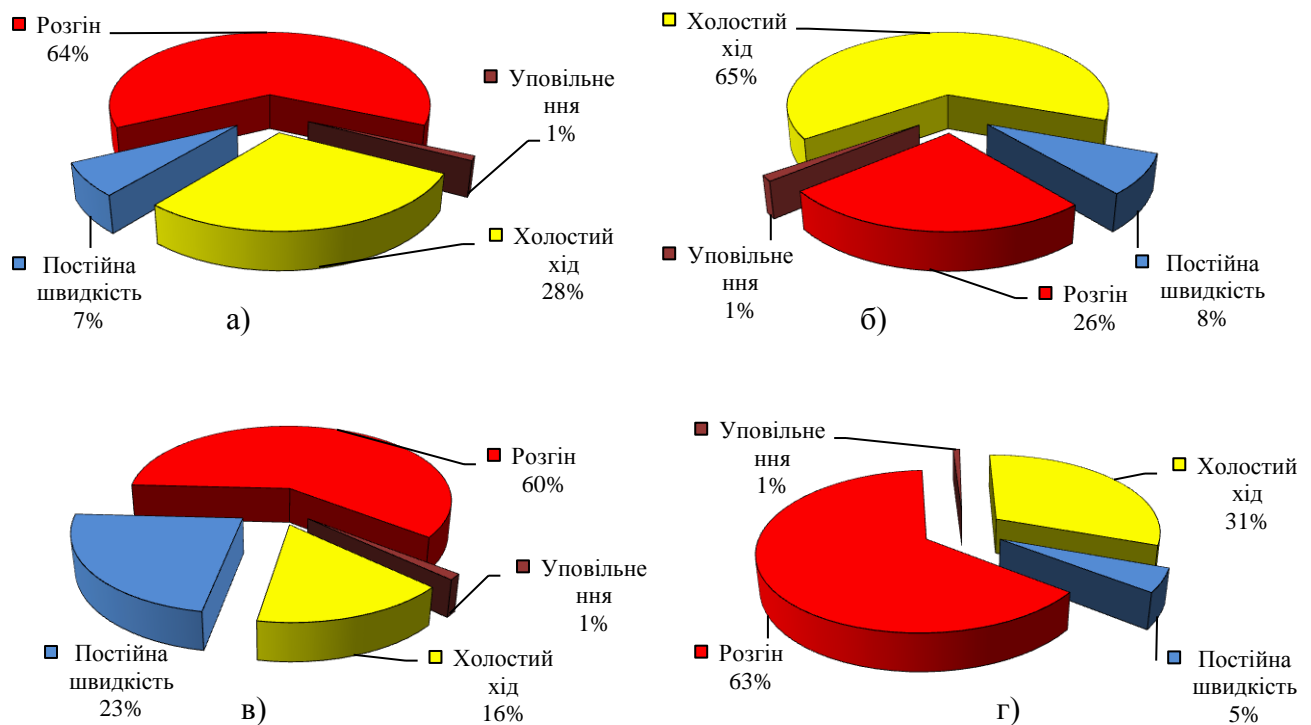


Рисунок 3 – Вагомість режимів руху ТП в їздовому циклі за масовими викидами забруднюючих речовин: а) CO , б) C_nH_m , в) NO_x , г) TC .

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз питомих масових викидів забруднюючих речовин в різних режимах руху ТП за їздовим циклом

Режим руху	Питоми викиди, мг/км			
	CO	C_nH_n	NO_x	TC
Усталений рух	189,1	34,04	64,28	0,64
Розгін	2940,7	173,7	275,78	13,73

Висновки. Транспортні потоки є суттєвим джерелом забруднення придорожного середовища, рівень якого значно залежить від режимів руху ТЗ в ТП. Удосконалена методика оцінювання забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік-дорога» шляхом уточнення коефіцієнтів залежностей питомих викидів основних шкідливих речовин ТЗ дозволила дослідити вплив режимів руху на рівень забруднення придорожного середовища. Найбільша кількість викидів забруднюючих речовин характерна для режиму розгону (60...64%). Показано що питоми викиди окремих забруднюючих речовин в режимі усталеного руху в 2,6...13,1 рази менші, ніж в режимі розгону, що свідчить про доцільність організації руху ТП з постійними швидкостями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Екологія та автомобільний транспорт: Навч. Посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К: Арістей, 2006. – 292с.
2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта/ В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко //ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – Москва. – 1996. – 339 с.
3. Трофименко Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев; под ред. Ю.В. Трофименко. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 400 с.
4. ОНД–86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД–86)». – Л.: Гидрометеизд, 1987. – 93 с.
5. «Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів» (В.К. Данилко, М.Т. Микитенко, М.В. Леснікова, О.В. Литовка, Н.А. Козорез,

Л.П. Квашук, М.Г. Пічкур) затверджена Наказом Держкомстату України від 13 листопада 2008 р. N 452.

6. М 218-02070915-694:2011 «Оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік-дорога». – Київ НТУ – 2011.

7. Матейчик В.П. Моделювання системи «транспортний потік - дорога» / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, Г.О. Вайганг // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк. – 2014. Вип. 46. – С. 371–382.

8. Луканин В.Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда [Учеб. пособие для вузов] / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, Ю.В. Трофименко, М.В. Яшина; под ред. В.Н. Луканина. - М.: ИНФРА-М., 1998. - 408 с.

REFERENCES

1. Ekologiya ta avtomobil'niy transport [Ecology and automobile transport] / Y.F. Gutarevich, D.V. Zerkalov, A.G. Govorun ta in. – K: Aristej, 2006. – 292s.

2. Lukanin V.N. Snizheniye ekologicheskikh nagruzok na okruzhayuschuyu sredu pri rabote avtomobil'nogo transporta [Reducing the environmental load on the environment during the road transport] / V.N. Lukanin, Y.V. Trofimenko // VINITI. Itogi nauki i tehniki. Ser. Avtomobilnyiy i gorodskoy transport. – Moskva. – 1996. – 339 s.

3. Trofimenko Y.V. Ekologiya: Transportnoe sooruzhenie i okruzhayuschaya sreda [Ecology: Transport facilities and environment] / Y.V. Trofimenko, G.I. Evgenev; pod red. Y.V. Trofimenko. — M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2006. — 400 s.

4. OND–86 «Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veschestv, sodержaschihs'a v vybrosah predpriyatij (OND–86)» [The method of calculation of concentrations in atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of enterprises (OND–86)]. – L.: Gidrometeoizd, 1987. – 93 s.

5. «Metodika rozrahunku vikidiv zabrudn'uyuchih rechovin ta parnikovih gaziv u povitr'a vid transportnih zasobiv» [Methods of calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere from vehicles] (V.K. Danilko, M.T. Mikitenko, M.V. Lesnikova, O.V. Litovka, N.A. Kozorez, L.P. Kvashuk, M.G. Pichkur) zatverdzhena Nakazom Derzhkomstatu Ukrayini vid 13 listopada 2008 r. N 452.

6. М 218-02070915-694:2011 «Ocin'uvann'a ingredientnogo i parametrichnogo zabrudnenn'a pridorozhn'ogo seredovischa sistemoyu «transportnij potik-doroga» [Evaluation ingredient and parametric roadside pollution system “traffic flow-road”]. – Kiyiv NTU – 2011.

7. Mateichyk V.P. Modelyuvannya sistemi «transportnij potik - doroga» [Simulation system "traffic flow - road] / V.P. Mateichyk, M.P. Tsyuman, G.O. Vaygang //– Lutsk. – 2014. Vip. 46. – S. 371–382.

8. Lukanin V.N. Avtotransportnyie potoki i okruzhayuschaya sreda [Traffic flow and environment] / V.N. Lukanin, A.P. Buslaev, Y.V. Trofimenko, M.V. Yashina; pod red. V.N. Lukanina. - M.: INFRA-M., 1998. - 408 s.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Дослідження впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожного середовища / В.П. Матейчик, О.К. Гришук, Г.О. Вайганг, О.В. Блажчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті досліджено вплив режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожного середовища з використанням інформаційно-аналітичної системи оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік – дорога».

Об'єктом дослідження є вплив режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожного середовища.

Метою статті є оцінка впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожного середовища.

Методи дослідження – розрахункові, статистичні, інформаційно-аналітичні, дослідницько-експериментальний.

Обґрунтовано необхідність розробки методів оцінювання забруднення придорожного середовища транспортними потоками з врахуванням режимів руху транспортних засобів. Удосконалено методику оцінювання забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік-дорога» шляхом уточнення залежностей питомих викидів основних шкідливих

речовин (CO , NO_x , C_nH_m , $ТЧ$) транспортних засобів різних категорій в окремих режимах руху. Проведено оцінку рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками в умовах руху за європейським міським їздовим циклом.

Показано, що основна маса викидів припадає на режим розгону, величина якого складає 60...64%. Найменші викиди характерні для усталеного руху, що свідчить про доцільність забезпечення руху транспортних потоків з постійними швидкостями.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРНИЙ ПОТІК, ЗАБРУДНЮЮЧІ ВИКИДИ, ПРИДОРОЖНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РЕЖИМИ РУХУ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Gryshchuk O.K., Weigang G.O., Blazhchuk O.V. Research of traffic flow operational modes impact on the level of roadside pollution. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article explores impact of traffic movement modes on the level of contamination of the environment with the use of roadside information-analytical system of evaluation and parametric roadside environment pollution system "traffic - the road."

Object of the study is the impact of the traffic modes movement on the level of roadside environment contamination.

Purpose of this article - assess the impact of the traffic modes movement on the level of roadside environment pollution.

Research Methods - calculation, statistical, information-analytical, research and experimental.

Road transport is a significant source of anthropogenic air pollution by chemicals. Based on the problem, was proved the necessity of developing methods of evaluation of roadside pollution traffic flows with taking into account operating conditions of vehicles. The main methods of calculation of the mass emissions of pollutants into the atmospheric air vehicles were analyzed. Also, was proposed improvement of methods of assessment of roadside pollution system "traffic flow-road" by clarifying the dependency ratios of the specific emissions of major pollutants (CO , NO_x , C_nH_m , PM) of vehicles of different categories in separate operating modes. Levels of roadside pollution in traffic on European city driving cycle was assessed, the composition of which reflects the structure of the vehicle fleet in Ukraine.

It's shown that the major parts of emissions are from the acceleration mode, the value of which is 64%. The lowest emissions are characteristic of the steady motion that suggests the desirability of ensuring traffic flow with constant velocity.

KEYWORDS: TRAFFIC FLOW, EMISSION, ROADSIDE ENVIRONMENT, OPERATIONAL MODES OF MOTION.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Исследование влияния режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды / В.П. Матейчик, О.К. Грищук, А.А. Вайганг, Е.В. Блажчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье исследовано влияние режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды с использованием информационно-аналитической системы оценки загрязнения придорожной среды.

Объектом исследования являются влияние режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды.

Целью статьи есть оценка влияния режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды.

Методы исследования – расчетные, статистические, информационно-аналитические, исследовательско-экспериментальный.

Обоснована необходимость разработки методов оценки загрязнения придорожной среды транспортными потоками с учетом режимов движения транспортных средств. Усовершенствована методика оценки загрязнения придорожной среды системой «транспортный поток-дорога» путем уточнения зависимостей удельных выбросов основных вредных веществ (CO , NO_x , C_nH_m , $ТЧ$) транспортных средств различных категорий в отдельных режимах движения. Проведена оценка

уровня загрязнения придорожной среды транспортными потоками в условиях движения в европейском городском ездовом цикле.

Показано, что основная масса выбросов приходится на режим разгона, величина которого составляет 60...64%. Наименьшие выбросы характерны для установившегося движения, что свидетельствует о целесообразности обеспечения движения транспортных потоков с постоянными скоростями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЫБРОСЫ, ПРИДОРОЖНАЯ СРЕДА, РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 309.

Гришук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, e-mail: kobzyshta@ukr.net, тел. +380963330744, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Вайганг Ганна Олександрівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, тел. +380630778181, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Блажчук Олена Вікторівна, Національний транспортний університет, магістр кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: blazhchukk@ukr.net, тел. +380934332379, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 36, кім. 316.

AUTHOR:

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Professor, e-mail: matei_vp@mail.ru, tel. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 307.

Gryshuk O. K., Ph.D., professor, National transport university, vice rector for academic, e-mail: kobzyshta@ukr.net, 01010, Ukraine, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Weigang G.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Assistant Professor of department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, tel. +380630778181, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Blazhchuk O.V., National Transport University, Master's degree department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: blazhchukk@ukr.net, tel. +380934332379, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 36, of. 316.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, e-mail: matei_vp@mail.ru, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 307.

Гришук Александр Казимирович, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, проректор по учебной работе, e-mail: kobzyshta@ukr.net, тел. +380963330744, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Вайганг Анна Александровна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, тел. +380630778181, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Блажчук Елена Викторовна, Национальный транспортный университет, магистр кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: blazhchukk@ukr.net, тел. +380934332379, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 36, ком. 316.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О.І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets O.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Director of Institute for Environmental Safety, Department of Life Safety, Kyiv, Ukraine.

Korpach A.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Professor of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.