

В.О. Юрченко, О.Г. Мельнікова, Н.О. Телюра, С.В. Мельник, Л.Л. Багмут

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ДЕПОНУВАННЯ СНІГОВИМ ПОКРОВИМ В ПРИДОРОЖНЬОМУ ПРОСТОРІ ПРІОРИТЕТНИХ ПОЛЮТАНТІВ З ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

Проведено експериментальне дослідження забрудненості снігового покриву в придорожньому просторі пріоритетними поліютантами з викидів автотранспорту. В процесі експозиції снігового покриву концентрація в ньому всіх досліджуваних поліютантів стало зростала. Із збільшенням відстані від автодороги негативно корелювала забрудненість снігу завислими речовинами та нафтопродуктами, позитивно – концентрація амонійного нітрогену та нітратів.

Ключові слова: викиди автотранспорту, пріоритетні поліютанти, придорожній простір, сніговий покрив, забруднення.

Постановка проблеми

Викиди відпрацьованих автомобільних газів створюють довготривалий негативний вплив на оточуюче природне середовище, формуючи низку екологічних небезпек: токсичність, канцерогенність, мутагенність, парниковий ефект і кислотні дощі. Особливо небезпечною є хімічна дія – перенесення повітряним та водним шляхом забруднюючих речовин (ЗР), що утворюються в результаті хімічних реакцій при горінні палив у двигунах, а також накопичення у придорожній смузі речовин, що використовуються при літньому та зимовому утриманні доріг [1]. Екологічна небезпека викидів ЗР від автотранспорту посилюється тим, що відпрацьовані гази (ВГ) надходять у нижній шар атмосфери і процес їх розсіювання значно відрізняється від процесу розсіювання викидів високих стаціонарних джерел – ЗР перебувають практично у зоні дихання людини [1, 2]. Хімічний вплив на екосистеми є найбільш небезпечним, оскільки його вплив навіть на один компонент через харчові ланцюги змінює хімічні та біологічні властивості екосистеми в цілому. Результатом експлуатації автошляхів та їх взаємодії з довкіллям є поступове формування своєрідних дорожніх екосон, серед яких визначальною для екологічної безпеки цього техногенного об'єкта є мікроекозона хімічного забруднення [1, 3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Основну масу викидів автотранспорту складають ВГ [4, 5], що містять понад 250 хімічних сполук: оксиди карбону (CO), оксиди нітрогену (NO_x), сажу, вуглеводні (C_xH_y), поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксиди сульфуру, альдегіди, органічні кислоти, аерозольні частинки та

ін. Потужність та склад викидів ЗР в ВГ автотранспорту залежить від ряду факторів: типу двигуна та режимів його роботи, режимів руху автотранспорту, рельєфу, якості доріг та ін. [6-8]. Найбільш небезпечні для здоров'я людини: оксид карбону, діоксид нітрогену (які негативно впливають на серцево-судинну та дихальну системи), бенз(а)пірен (що володіє канцерогенними властивостями [8-10].) Хімічний склад вихлопних газів небезпечний не тільки для здоров'я людини, але і для тварин, рослин, ґрунту, води. На частку парникових газів, які викидають в атмосферу легкові та вантажні автомобілі, припадає п'ята частина загального обсягу забруднення, що пов'язується із глобальним потеплінням [11].

В даний час значення одного з найсуттєвіших чинників екологічної небезпеки викидів автотранспорту набуває NH₃. Він швидко стає домінуючою сполукою хімічно активного нітрогену, що викидається багатьма новими транспортними засобами, через широке використання та зростаючу ефективність каталітичних систем, які скорочують викиди NO_x: TWC і SCR. Утворення аміаку в трихлових каталізаторах (TWC) відбувається внаслідок відновлення оксиду нітрогену (NO) воднем. SCR – система очищення вихлопних газів дизельних автомобілів, яка скорочує викиди NO_x за допомогою реакції з NH₃ (з ін'єкції сечовини) на поверхні каталізатора. За даними Національного кадастру викидів в атмосферу Великобританії (NAEI), викиди NH₃ від автомобільного транспорту становлять 1,6% від загального обсягу викидів NH₃ у Великобританії, хоча експериментальні дослідження свідчать про те, що в реальній дійсності такі викиди вищі більш ніж удвічі [9, 12 -14].

Екологічна небезпека викидів аміаку зумовлена утворенням дрібнодисперсних твердих частинок

($PM_{2.5}$) в атмосфері та відкладення нітрогену в екосистемах. Газоподібний NH_3 порівняно недовговічний у атмосфері; він або повертається на земну поверхню шляхом сухого осадження, або швидко реагує з кислотними забруднювачами (наприклад, нітратною кислотою та сульфатною кислотою) для утворення сполук, такі як нітрат амонію та сульфат амонію [15]. Тверді частки амонію (NH_4^+) зберігаються довше в атмосфері і можуть переноситися на великі відстані (кілька сотень кілометрів) перед відкладенням, насамперед вологим [2]. Таким чином, осадження NH_3 та NH_4^+ впливає як в місцевому, так і в транскордонному масштабі й вважається основним джерелом повсюдного перевищення критичних навантажень, евтрофікації та скорочення біорізноманіття рослин. Саме викиди NH_3 від транспортних засобів спільно з оксидами нітрогену (NO_x) можуть бути більш ефективними в утворенні частинок у міських умовах порівняно з викидами NH_3 у сільській місцевості. Нещодавні дослідження показують, що транспортні викиди NH_3 і NO_x у міських умовах можуть призвести до ситуації, коли процес перетворення газу в частинки аміачної селітри виходить із рівноваги та в газовій фазі зберігається перенасичення. Це може призвести до швидкого зростання нових частинок.

Оскільки відпрацьовані гази автомобілів надходять у нижній шар атмосфери і знаходяться практично в зоні дихання людини, автомобільний транспорт слід віднести до категорії найбільш небезпечних джерел забруднення атмосферного повітря поблизу автомагістралей, що пролягають у містах та сільській місцевості.

В останні роки як об'єкт моніторингу стану атмосфери все частіше використовують сніговий покрив як природний концентратор поліютантів, що надходять повітряним шляхом. Хімічний склад фільтрату талого снігу формується в результаті поглинання сніговим покривом газів, водорозчинних аерозолів та взаємодії зі сніговим покривом твердих пилових частинок, що осідають з атмосфери [3, 16].

Розподіл основних поліютантів (пилу, сульфатів, хлоридів, нафтопродуктів, нітрогенвмісних сполук, карбонатів, катіонів металів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів та ін.) у сніговому покриві придорожного простору залишається мало вивченим. До весняного міграційного циклу ЗР виявляються законсервованими в сніговому покриві, отже, хімічний аналіз снігу дозволяє передбачити склад майбутніх поверхневих стічних вод і речовин-мігрантів у ґрунти придорожного простору [17]. Рівень концентрацій ЗР в атмосфері придорожного простору в холодний період на 15-20% нижче, ніж у теплий період. Особливий вплив на поширення поліютантів від автодороги в придорожній простір мають особливості міської забудови. Наявність у

міському середовищі вузьких вулиць та високих будівель, що є перешкодою для розсіювання, сприяє накопиченню ЗР ВГ автотранспорту у міському повітрі у зоні дихання пішоходів [3].

Мета статті

Метою роботи є експериментальне визначення забруднення снігу в придорожному просторі міських та заміських автодоріг основними екологічно небезпечними поліютантами відпрацьованих газів, що іміобілизуються в сніговому покриві: часточками (завислими речовинами), вуглеводнями (нафтопродуктами) та сполуками нітрогену.

Виклад основного матеріалу

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження слугував сніг (після певного періоду снігостояння), який відбирали в придорожному просторі міських (м. Харків) – ділянки 1, 2, та заміських автодоріг (ділянка 3) на різній відстані від автодороги (рис. 1-3).

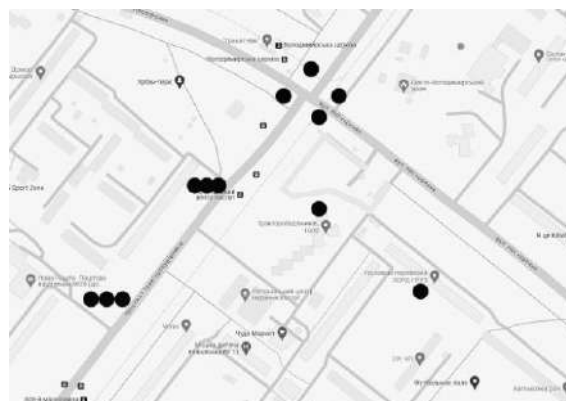


Рис. 1. Розташування точок відбору проб снігу на ділянці 1

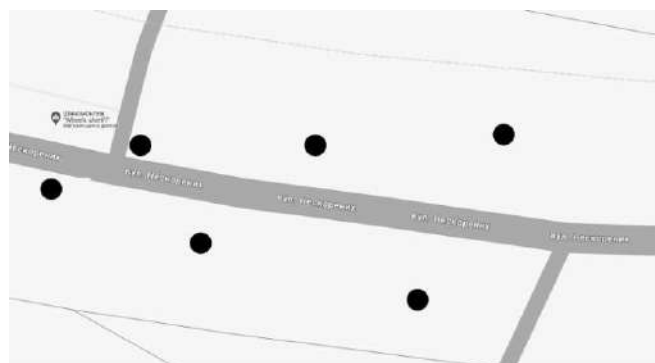


Рис. 2. Розташування точок відбору проб снігу на ділянці 2



Рис. 3. Розташування точок відбору проб снігу на ділянці 3

В м. Харкові (ділянки 1, 2) сніг відбирали в районі багатоповерхової житлової забудови, в замиській зоні (ділянка 3) на території приватного сектора (одноповерхова забудова). Сніг відбирали на всю глибину снігового покриву.

Метод дослідження. В розталому снігу визначали концентрацію нітрогену амонійного, нітрогену нітратів (фотоколориметричними методами), завислих речовин (гравіметричним методом), нафтопродуктів (гравіметричним методом при екстракції хлороформом [18-21]. Інтенсивність руху автомобілів на досліджених ділянках приведена в табл. 1.

Таблиця 1
Характеристики транспортного потоку на досліджених автодорогах

Ділянка дослідження	Автодорога	Інтенсивність руху, авт./доба		Частка автомобілів на дизельному паливі, %
		вихідні дні	робочі дні	
1	вул. Героїв праці	1800	13968	15,0
2	Пр. Тракторобудівників	23760	26880	15,0
3	Р-46 «Харків-Ахтирка»	14088	19200	35,0

Результати та обговорення. Перетворення пріоритетних забруднень атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів при адсорбції сніговим покривом представлялись наступним чином: оксиди нітрогену при адсорбції снігом розчиняються в сніговій воді і утворюють нітрати, аміак – іон амонію, вуглеводні при розчиненні в сніговій воді визначаються як нафтопродукти (насичені вуглеводні становлять до 80% в

нафтопродуктах, що акумулюються ґрунтами придорожнього простору 3), часточки, що викидаються з відпрацьованими газами автомобілів, при адсорбції снігом та його таненні визначаються в талій воді як завислі речовини. Результати визначення концентрації сполук нітрогену, завислих речовин і нафтопродуктів в снігу атмосферному та сніжному покриві після 6 діб снігостояння представлено в табл. 2 і на рис.4-7.

Таблиця 2

Забруднення атмосферного снігу амонійним та нітратним нітрогеном, завислими речовинами та нафтопродуктами

Полютанти	Концентрація в атмосферному снігу в районі	
	міських автодоріг (ділянки 1, 2)	замиських автодоріг (ділянка 3)
N-NH ₄ , мг/л	0,54	1,03
N-NO ₃ , мг/л	0,91	-
Нафтопродукти, мг/л	0	0
Завислі речовини, мг/л	300	310

Як видно з даних табл. 2, на ділянках 1-3 в дослідженому атмосферному снігу вже містилися амонійний нітроген і нітрати, що відмічають і інші дослідники атмосферних опадів [19]. Причому на приміській території вміст амонійного нітрогену в атмосферному снігу був більшим, ніж на території міста. Це, можливо, зумовлено наявністю на даній території промислового виробництва.

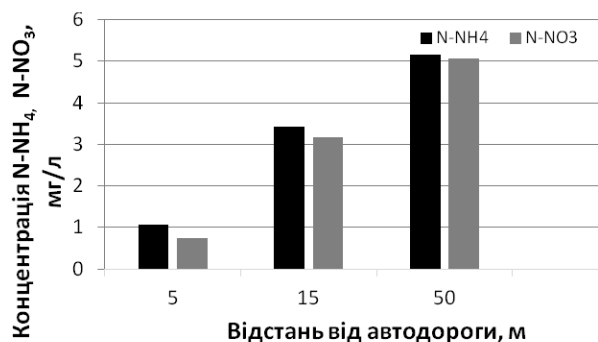


Рис. 4. Вплив відстані від автодороги на концентрацію сполук нітрогену в снігу придорожнього простору на ділянці 1

В процесі експозиції снігового покриву в придорожньому просторі (рис. 4-6) концентрація в ньому амонійного нітрогену порівняно з цим показником в атмосферному снігу стало зростала, що відмічено в усіх досліджених зразках.

На забруднення снігового покриву амонійним нітрогеном в придорожному просторі впливала відстань від автодороги. При збільшенні відстані від автодороги на обох міських ділянках дослідження (1, 2) концентрація амонійного нітрогену в снігу збільшувалась. Схожу динаміку мав цей показник і на підвітрений стороні замиської автодороги (ділянка 3).

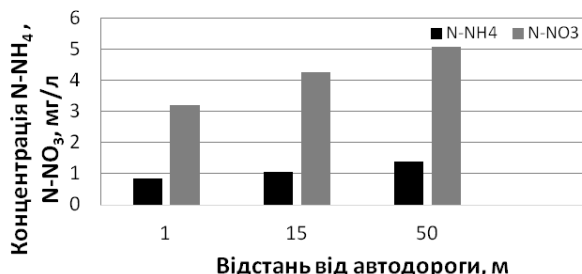


Рис. 5. Вплив відстані від автодороги на концентрацію сполук нітрогену в снігу придорожного простору на ділянці 2

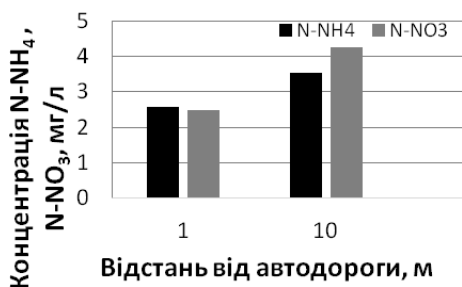


Рис. 6. Вплив відстані від автодороги на концентрацію сполук нітрогену в снігу придорожного простору на ділянці 3

В процесі снігостояння в снігу збільшувалась і концентрація нітратів на техногенно-навантаженому придорожному просторі. В придорожному просторі міських та замиських автодоріг концентрація нітратів в снігу при віддаленні від дороги стало зростала. Таку динаміку концентрацій амонійного нітрогену і нітратів в снігу при віддаленні від дороги можна пояснити віднесенням легких газів NH_3 та NO_x від дороги при розсіюванні викидів автомобілів. Отже можна зробити висновок, що на досліджених ділянках автодоріг відбувався одночасний викид амонійного нітрогену і оксидів нітрогену, що створює особливо небезпечну ситуацію на міських територіях через утворення дрібнодисперсних часточок $\text{PM}_{2.5}$.

Сталу динаміку при віддаленні від автодороги (а, саме, стає зменшення) має забруднення снігу після снігостояння завислими речовинами, тобто часточками, що викидаються з відпрацьованими газами автомобілів (рис. 7, 8). Хоча навіть в атмосферному снігу було виявлено велику концентрацію завислих речовин (табл. 2).

В снігу придорожного простору замиських автомобільних доріг цей показник був набагато вищий, ніж в придорожному просторі міських автодоріг. Наприклад, в безпосередній близькості до дороги концентрація завислих речовин в снігу на замиській території після експозиції 6 діб була в 3-6 разів вища, ніж в снігу на ділянці 1. Проте на відстані більше 10 м від дороги відмічено протилежну залежність: на замиських територіях в приватному секторі на відстані від автодороги концентрація завислих речовин була нижча, ніж в місті. Напевно, надзвичайно високі концентрації завислих речовин в снігу, що відбирався в безпосередній близькості від автодороги, зумовлені переносом часточок в придорожний простір не повітряним шляхом, а шляхом бризкоуноса.

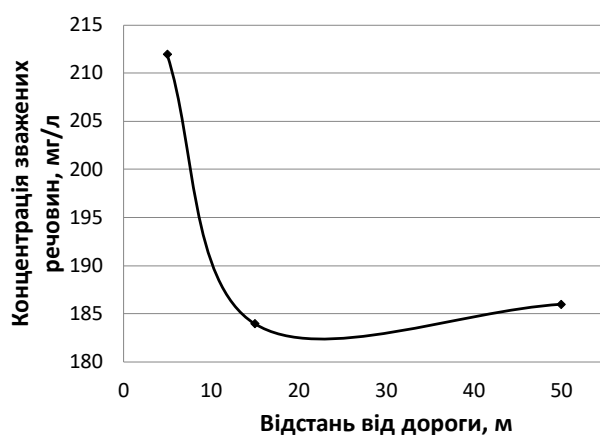


Рис. 7. Забрудненість снігового покриву придорожного простору міської автодороги завислими речовинами (ділянка 1)

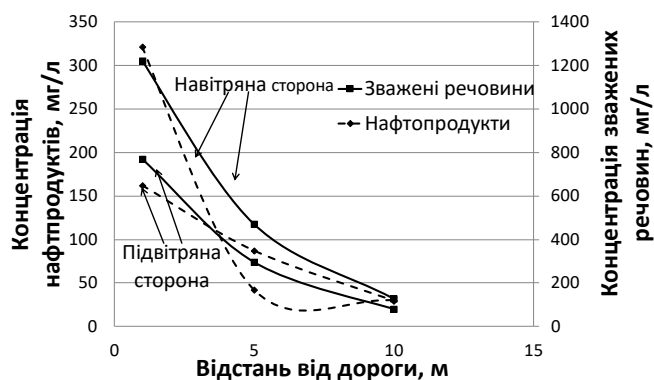


Рис. 8. Забрудненість снігового покриву придорожного простору замиської автодороги завислими речовинами та нафтопродуктами (ділянка 3)

Концентрація нафтопродуктів в сніговому покриві придорожного простору мала сталу тенденцію зменшуватись при збільшенні відстані від автодороги як в місті, так і на замиських територіях.

Цей полютант не було виявлено в атмосферному снігу. А в придорожному просторі дослідженої заміської території його концентрація суттєво перевищувала концентрацію в снігу міської автодороги. Необхідно зауважити, що при таненні снігу нафтопродукти будуть мігрувати з поверхневими стічними водами в ґрунти та в водні джерела, забруднюючи їх цими екологічно небезпечними сполуками [20].

Висновки

Автомобільна дорога, а, саме, викиди відпрацьованих газів автомобілів, створюють комплексне хімічне навантаження на придорожній простір як неорганічними та органічними забруднювачами, що формують низку екологічних небезпек: токсичність, канцерогенність, мутагенність та ін. для людей, парниковий ефект, кислотні дощі – для біосфери загалом.

Надзвичайно інформативним засобом контролю рівня та особливостей забруднення придорожного простору викидами автомобільного транспорту є сніговий покрив придорожного простору. В ньому адсорбуються компоненти викидів: сполуки нітрогену у вигляді нітратів та іону амонію в розталому снігу, часточки у вигляді завислих речовин, вуглеводні у вигляді нафтопродуктів. Ці забруднення формують екологічну небезпеку поверхневих стічних вод, що утворюються на придорожній території, для ґрунтів та природних водойм.

Рівень техногенного навантаження на придорожню територію контролювали за рівнем забруднення снігового покриву придорожного простору в динаміці відстані від автодороги.

Негативно з відстанню від міських і заміських автодоріг корелювала забрудненість снігу завислими речовинами і нафтопродуктами. Це віддзеркалює рівень техногенного навантаження, створюваного на досліджених ділянках рухом автотранспорту.

Позитивну кореляцію та збільшення концентрації при збільшенні відстані від автодороги мала концентрація нітрогенвмісних сполук – амонійного нітрогену та нітратів. Природа такої динаміки цих сполук, вірогідно, зумовлена віднесенням легких газів NH_3 та NO_x , від автодороги внаслідок розсіювання, підсиленого рухом автотранспорту. Таким чином на досліджених ділянках автодоріг відбувався одночасний викид амонійного нітрогену і оксидів нітрогену, що створює особливо небезпечну екологічну ситуацію на міських територіях через утворення $\text{PM}_{2.5}$.

Література

1. Солодка Л.О. Еколого-економічне оцінювання впливу автомобільних доріг на навколишнє природне

середовище [Текст]: автореф. дис ... канд. екон. наук: 08.00.06 / Л. О. Солодка. – Рівне, 2013. – 20 с.

2. Гутаревич Ю.Ф. Шляхи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів [Текст] / Ю. Ф. Гутаревич, В. П. Матейчик, А. О. Копач // Вісник східноукраїнського НУ ім. Володимира Даля, Луганськ. – 2004. – № 7(77), ч. 1. – С. 11 – 15.

3. Михайлова, Л. С. Екологічна безпека ґрунтів придорожного простору в умовах техногенного забруднення нафтопродуктами [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Л. С. Михайлова. – Суми, 2014. – 214 с.

4. Веснін А. В. Зниження шкідливого впливу відпрацьованих газів автотранспортних потоків на склад атмосфери кар'єрів [Текст]: дис. ... канд. наук / А. В. Веснін. – Кривий Ріг, 2008. – 160 с.

5. Яковлева А.В. Вплив автотранспортного парку Києва на стан атмосферного повітря [Текст] / А. В. Яковлева // Вісник Національного авіаційного університету. – 2009. – Т. 4 (№ 41). – С. 79 – 83.

6. Burgard, D. A., Bishop, G. A., Stadtmuller, R. S., Dalton, T. R., Stedman, D. H. (2006). Spectroscopy Applied to On-Road Mobile Source Emissions. Appl. Spectros, 60, 135A-148A.

7. European Environment Agency EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 Technical guidance to prepare national emission inventories EEA Report 06/2023. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>

8. Pallavidino, L., Prandi, R., Bertello, A., Bracco, E., Pavone, F. (2014). Compilation of a road transport emission inventory for the Province of Turin: Advantages and key factors of a bottom-up approach. Atmospheric Pollution Research, 5, 648-655.

9. Suarez-Bertoa, R., Astorga, C. (2016). Isocyanic acid and ammonia in vehicle emissions. Transportation Research Part D: Transport and Environment 49, 259-270.

10. Iurchenko V., Uqnenko I., Melnikova O., Mykhailova L., Lebedeva E., Viselga G. (2021). Emissions of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Road Transport into Roadside Areas TRANSBALICA 2021. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. pp 263-269 https://doi.org/10.1007/978-3-030-94774-3_26

11. Hertel O. (2011). Nitrogen processes in the atmosphere. The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press, 9, 177-207. <http://surl.li/udrhp>.

12. Meng, W., Zhong, Q., Yun, X., Zhu, X., Huang, T., Shen, H., ... Tao, S. (2017). Improvement of a Global High-Resolution Ammonia Emission Inventory for Combustion and Industrial Sources with New Data from the Residential and Transportation Sectors. Environmental Science & Technology, 51, 2821-2829.

13. Trombetti, M.; Thunis, P.; Bessagnet, B.; Clappier, A.; Couvidat, F.; Guevara, M.; Kuenen, J.; López-Aparicio, S. Spatial inter-comparison of Top-down emission inventories in European urban areas. Atmos. Environ. 2018, 173, 142–156.

14. Farren N. J., Davison J., Rose R. A. et.al. (2020). Underestimated Ammonia Emissions from Road Vehicles. Environmental Science & Technology, 54, 15689-15697./ <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c05839>.

15. Nowak, J. B., Neuman, J. A., Bahreini et al (2010). Airborne observations of ammonia and ammonium nitrate formation over Houston, Texas. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 115, D22304.

16. Mark, A. S., Clare, M. H., Jan, W. E., Gilles, B., Bleeker, A., Peringe, G., ... Bruna, G. (2011). The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press. with sections authors/European Union.

17. Iurchenko, V. O., Ugnenko, I. B., Melnikova, O. G. et al. (2019). Assessment of the ecological state of soils in roadside territories using chemical and biological indication. TRANSBUD-2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 708, 012011 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/708/1/012011
18. КНД 211.1.4.027-95 Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах [Текст]. – Введ. 1995-07-01. – К.: 1995. – 11 с. (Керівний Нормативний Документ).
19. КНД 211.1.4.030-95 Методика фотометричного визначення амоній іонів з реактивом Неслера в стічних водах. [Текст]. – Введ. 1995-07-01. – К.: 1995. – 16 с. (Керівний Нормативний Документ).
20. КНД 211.1.4.039-95 Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах [Текст]. – Введ. 1995-07-01. – К.: 1995. – 14 с. (Керівний Нормативний Документ).
21. МВВ № 081/12-0645-09. Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом [Текст]. – Введ. 2010-02-03. – К.: 2009. – 11 с. (Керівний Нормативний Документ).

Подяка



Дослідження було проведено в рамках виконання проекту «StormCompetence - Підвищення професійних компетенцій дослідників у сфері управління зливовими водами для відновлення міської інфраструктури України у післявоєнний час.». Цей проект профінансовано програмою Swedish Institute.

References

1. Solodka, L.O. Ecological and Economic Evaluation of the Impact of Highways on the Environment. Dis... Cand. Econ. Sciences: 08.00.06 / Solodka Lyudmila Alexandrovna. - Rivne, 2013. - 20 p.
2. Gutarevych, Yu. F., Mateichyk, V. P., Kopach, A. O. (2004). Ways to improve the environmental safety of road vehicles. Bulletin of the East Ukrainian National University. Volodymyr Dahl, Lugansk, 7(77), 11-15.
3. Mikhailova L.S. Ecological Safety of Roadside Soils in the Conditions of Man-Made Pollution by Oil Products: Diss. ... Cand. Tech. Sciences: 21.06.01 – Environmental Safety. Mykhailova Larysa Stepanivna. - Sumi - 2014. - 214 p.
4. Vesnin, A. V. Reducing the harmful effect of exhaust gases of motor transport flows on the composition of the atmosphere of quarries. ... Cand. Science: 05.26.01 / Vesnin Artem Vyacheslavovich. - Kryvyi Rih, 2008. - 160 p.
5. Yakovleva, A. V. (2009). Influence of the motor transport park of Kyiv on the state of Atmospheric air. Bulletin of the National Aviation University, 4 (№ 41). 79-83.
6. Burgard, D. A., Bishop, G. A., Stadtmuller, R. S., Dalton, T. R., Stedman, D. H. (2006). Spectroscopy applied to on-road mobile source emissions. Appl. Spectros., 60. 135A–148A.
7. European Environment Agency EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 Technical guidance to prepare national emission inventories EEA Report 06/2023. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>.

8. Pallavidino, L., Prandi, R., Bertello, A., Bracco, E., Pavone, F. (2014). Compilation of a road transport emission inventory for the Province of Turin: Advantages and key factors of a bottom-up approach. Atmospheric Pollution Research, 5, 648–655.
9. Suarez-Bertoa, R., Astorga, C. (2016). Isocyanic acid and ammonia in vehicle emissions. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2016, 49, 259–270.
10. Iurchenko V., Ugnenko I., Melnikova O., Mykhailova L., Lebedeva E., Viselga G. (2022). Emissions of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Road Transport into Roadside Areas. TRANSBALTICA 2021. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. 263-269 https://doi.org/10.1007/978-3-030-94774-3_26
11. Hertel O. (2011). Nitrogen processes in the atmosphere. The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press. 9, 177-207. <http://surl.li/udrhp>.
12. Meng, W., Zhong, Q., Yun, X., Zhu, X., Huang, T., Shen, H., ... Tao, S. (2017). Improvement of a global high-resolution Ammonia emission inventory for combustion and industrial sources with new data from the residential and transportation sectors. Environmental Science & Technology, 51, 2821–2829.
13. Trombetti, M.; Thunis, P.; Bessagnet, B.; Clappier, A.; Couvidat, F.; Guevara, M.; Kuenen, J.; López-Aparicio, S. Spatial inter-comparison of Top-down emission inventories in European urban areas. Atmos. Environ. 2018, 173, 142–156.
14. Farren N. J., Davison J., Rose R. A. et.al. (2020). Underestimated Ammonia Emissions from Road Vehicles. Environmental Science & Technology, 54, 15689-15697./ <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c05839>.
15. Nowak, J. B., Neuman, J. A., Bahreini at el (2010). Airborne observations of ammonia and ammonium nitrate formation over Houston, Texas. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 115, D22304.
16. Mark, A. S., Clare, M. H., Jan, W. E., Gilles, B., Bleeker, A., Peringe, G., ... Bruna, G. (2011). The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press. with sections authors/European Union.
17. Iurchenko, V. O., Ugnenko, I. B., Melnikova, O. G. et al. (2019). Assessment of the ecological state of soils in roadside territories using chemical and biological indication. TRANSBUD-2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 708, 012011 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/708/1/012011
18. КНД 211.1.4.027-95 Method for photometric determination of nitrates with salicylic acid in surface and biologically treated waters. [Chynnyi vid 01.07.1995]. Kyiv, 1995. P.11. (Guiding Regulatory Document). (Ukraine)
19. КНД 211.1.4.030-95 Method for photometric determination of ammonium ions with Nessler's reagent in wastewater. [Chynnyi vid 01.07.1995]. Kyiv, 1995. P.16. (Guiding Regulatory Document). (Ukraine)
20. КНД 211.1.4.039-95 Method for gravimetric determination of suspended solids in natural and waste water. Kyiv, 1995. (Guiding Regulatory Document).
21. МВВ No. 081/12-0645-09. Return water, surface water, groundwater. Methodology for measuring the mass concentration of oil products by gravimetric method. [Chynnyi vid 03.02.2010]. Kyiv, 2009. P.11. (Guiding Regulatory Document). (Ukraine).

Acknowledgements:



This study was implemented in the framework of the project StormCompetence - Strengthening researchers' professional

competencies on stormwater management for renovation of UA city infrastructure in the post-war time. This project is funded by the Swedish Institute.

Рецензент: директор ННІ ПКВК д-р техн. наук проф. Віктор ХАРЧЕНКО, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ЮРЧЕНКО Валентина Олександрівна
доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерної екології міст
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – valentya.yurchenko@kname.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7123-710X>

Автор: МЕЛЬНИКОВА Оксана Григорівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – Oksana.Melnikova@kname.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5649-2997>

Автор: ТЕЛЮРА Наталя Олександрівна
кандидат технічних наук, доцент, начальник науково-дослідної частини
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – natalya.telyura@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0732-7789>

Автор: МЕЛЬНИК Сергій Володимирович
аспірант кафедри інженерної екології міст
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – serhii.melnyk@kname.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4356-3210>

Автор: БАГМУТ Леонід Леонідович
аспірант кафедри інженерної екології міст
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – leonid.bahmut@kname.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9348-7759>

DEPOSITION OF PRIORITY POLLUTANTS FROM MOTOR VEHICLE EMISSIONS BY SNOW COVER IN THE ROADSIDE SPACE

V. Yurchenko, O. Melnikov, N. Teliura, S. Melnik, L. Bagmut

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The microzone of chemical pollution is crucial for the level of environmental safety of road operation and their interaction with the environment – the transfer of pollutants generated by the combustion of fuels in engines and substances used in road maintenance by air and water. The chemical composition of exhaust gases entering the lower atmosphere in the human breathing zone is dangerous not only for human health but also for the formation of greenhouse gases. The environmental hazard of nitrogen compound emissions is caused by the formation of fine particulate matter (PM_{2.5}) in the atmosphere and nitrogen deposition in ecosystems. Roadside snow cover is an extremely informative substrate for monitoring the level and characteristics of roadside pollution by motor vehicle emissions. It adsorbs emission components, which are identified in melted snow as nitrogen compounds – nitrates and ammonium ion, particles in the form of suspended solids, hydrocarbons in the form of petroleum products. These contaminants form an environmental hazard of surface wastewater generated on the roadside for soils and natural water bodies. The aim of the study is to experimentally determine the contamination of snow in the roadside area of urban and suburban roads by the main environmentally hazardous pollutants of exhaust gases immobilized in the snow cover: particles (suspended solids), hydrocarbons (petroleum products), and nitrogen compounds. An experimental study of the contamination of the snow cover in the roadside area with priority pollutants (ammonium, nitrates, suspended particles, petroleum products) from vehicle emissions was carried out. It was found that in the process of exposure of the snow cover, the concentration of all studied pollutants in it increased steadily compared to the content in atmospheric snow. With increasing distance from urban and suburban roads, snow contamination with suspended solids and petroleum products was negatively correlated. This demonstrates the level of anthropogenic load created by motor vehicle traffic in the studied areas. The concentration of nitrogen-containing compounds – ammonium nitrogen and nitrates – had a positive correlation and increased with increasing distance from the road. Thus, on the studied road sections, there was a simultaneous emission of ammonium nitrogen and nitrogen oxides, which creates a particularly dangerous environmental situation in urban areas due to the formation of PM_{2.5}.

Keywords: exhaust emissions, priority pollutants, roadside space, snow cover, pollution, correlation with distance from the road.