

## ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ

УДК 502.3

### МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВІД ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В УМОВАХ СУЧАСНИХ НОВОБУДОВ

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук  
Гребельник Ю.М.

Постановка проблеми. Проблема забруднення відпрацьованими газами транспортних потоків є глобальною. У всьому світі кількість автомобілів із кожним днем збільшується в геометричній прогресії. Все більше і більше людей мають власні машини [1]. Це призводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі міст та загострює проблеми забруднення атмосферного повітря житлових територій шкідливими домішками, що розповсюджуються через узбіччя доріг, тротуари, наявні простори між зеленими насадженнями і будинками, розташованими вздовж вулиці всередину кварталів і дворів житлового району. На рівень викидів впливають інтенсивність та умови руху транспортних засобів, рік випуску, категорія, вид палива, транспортно-експлуатаційні показники доріг та інші параметри [2]. Постійні затори перед перехрестями, часті зупинки, гальмування, розгони та поганий стан доріг є причинами підвищеного забруднення повітряного басейну міста. До того ж ситуація суттєво ускладнюється тим фактом, що в індустріально розвинених містах значна кількість промислових підприємств історично розташована також у межах зон житлової забудови, й навіть, у центральних частинах міст. При цьому, останнім часом, у забудові населених міст відбуваються значні зміни. На місці старих будівель зростають нові: торгові, харчові, адміністративні, розважальні комплекси та фінансові споруди. При цьому, у переважній кількості новобудов проблема опалення приміщення вирішена за рахунок створення власних опалювальних систем. Найбільш економічно ефективнішими є системи, що використовують як паливо природний газ. При цьому, звичайно, здійснюються викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, де присутні найпоширеніші – CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Слід зауважити, що дані речовини є як у викидах майже всіх промислових підприємств, так і у викидах транспортних потоків. Тому дуже актуальним питанням є прогнозування поширення шкідливих домішок від транспортних потоків з урахуванням новобудов, які з точки зору навколишнього середовища, є стаціонарними джерелами викидів в зоні житлової забудови. У зв'язку з наявністю значної кількості умов, що впливають на механізм розповсюдження домішок, це можливо зробити тільки на основі математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми антропогенного забруднення міст вивчалися в роботах таких вчених, як Ю. А. Израель, Г. І. Марчук та інші [3-5]. На розсіювання домішок в умовах міста суттєво впливають планування вулиць, їх ширина, напрямок, висота будівель, зелені масиви і водні об'єкти, що утворюють різні форми наземних перешкод повітряному потоку і призводять до виникнення особливих метеорологічних умов в місті. На їх вивчення і повинні бути спрямовані зусилля дослідників при вирішенні задачі оптимізації зони житлової забудови.

Метою статті є дослідження основних підходів щодо визначення механізмів розсіювання забруднюючих речовин, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів та в опалювальних системах новобудов, в зоні житлової забудови, що дасть змогу моделювати та прогнозувати забруднення будь-якої структурної одиниці міста (кварталу, мікрорайону і т.д.)

Виклад основного матеріалу. Найбільший вплив на поширення забруднень надає перенесення їх по траєкторіях вітровим потоком. Тому на поширення забруднюючих речовин впливає конфігурація будівель в забудові і утворені ними розриви між будинками, які визначають напрям і швидкість вітрових потоків як всередині, так і зовні забудови [6]. Моделювання механізмів поширення викидів від транспортних потоків у зоні житлової забудови міст повинно базуватися на закономірностях аеромеханіки, тепло- і масообміну, статистики, а також на окремих положеннях містобудівної, транспортної й дорожньої екології. Вихідними даними при моделюванні мають бути структурні й геометричні параметри міста чи району, дані по забрудненню атмосферного повітря, структура й інтенсивність руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі, метеокліматичні параметри навколишнього середовища [7].

Будь-яке місто можна розглядати з позицій структурно-поелементного підходу. За цією теорією досліджується один характерний елемент об'єкту з відомою структурою та, визначивши параметричний зв'язок елементів, встановлюються загальні закономірності функціонування об'єкту, що розглядається. Тому зону житлової забудови міста слід розглядати у такій послідовності: житловий дім з пішохідним доріжками, двір та житлові забудови, квартал з під'їзними шляхами, мікрорайон, район, місто. При виборі робочого (досліджуваного) об'єкту (кварталу) треба виходити з наступних вимог: типовість обраного житлового кварталу за щільністю і поверховістю забудови, озелененням; наявність автомагістралей, що обмежують досліджуваний квартал, і доріг з типовою інтенсивністю руху транспортного потоку, з усією інфраструктурою; територія кварталу повинна знаходитися лише, або переважно, під негативною дією транспортного потоку, тобто відсутні промислові підприємства, ТЕЦ, газорозподільні станції, паливні пункти; функціонування стаціонарних постів спостереження за забрудненням атмосферного повітря. Остання вимога дуже важлива, оскільки дозволяє отримувати об'єктивні і достовірні дані, незалежно від досвіду і зацікавленості дослідника, точності використовуваних методик і приладів, їх відповідності стандартним (нормативним) вимогам.

Місця утворення та відриву вихорів відпрацьованих газів будуть залежати від форми автомобіля. Утворення вихорів відбувається по боках, що має суттєве значення при аналізі впливу один на одного автомобілів, що рухаються паралельно. Також треба мати на увазі, що просвіт між дном машини та дорогою впливає на інтенсивність вихроутворення у кормовій частині [7]. Отже, при оцінці поширення відпрацьованих газів від вулично-дорожньої мережі всередину житлового масиву можна виходити з рівняння, подібного відомому рівнянню швидкісного напору:

$$\Delta P_k = C_k \frac{\rho_\Gamma V_k^2}{2\varepsilon_3}, \quad (1)$$

де  $\Delta P_k$  – перепад тиску, який необхідний для подолання опору забудови та інших перешкод (зелені насадження вздовж тротуарів, бордюри та ін.) поширенню відпрацьованих газів, що викидаються,  $H/m^2$ ;

$C_k$  – коефіцієнт аеродинамічного опору  $k$ -го кварталу, розташованого на перетині з  $i$ -тою вулицею;

$\rho_\Gamma$  – щільність газової суміші,  $кг/м^3$ ;

$V$  – швидкість вітру в  $k$ -му кварталі,  $м/с$ ;

$\varepsilon_3$  – частка вільного простору  $k$ -го кварталу між забудовами,  $м^2/м^2$ .

Останній показник можна визначити за такою формулою:

$$\varepsilon_3 = \frac{F_3}{F_k}, \quad (2)$$

де  $F_3$  – поперечна площа всіх забудов  $k$ -го кварталу на рівні 1,5м,  $км^2$ . Висота 1,5м визначається як рівень розташування дихальних органів людини над поверхнею землі, вікон та дверей на першому поверсі будівлі та приймається як висотна точка вимірювання концентрацій забруднюючих речовин;

$F_k$  – площа кварталу  $k$ ,  $км^2$ .

Величину  $C_k$  слід визначати залежно від геометричних параметрів забудови  $k$ -го кварталу за таким рівнянням:

$$C_k = C_{zi} \theta_n \theta_p, \quad (3)$$

де  $C_{zi}$  – аеродинамічний коефіцієнт опору будівлі, розташованій по  $i$ -тій вулиці  $k$ -го кварталу.

$\theta_p$  – коефіцієнт, що характеризує ступінь взаємодії вихорів у радіальному напрямку;

$\theta_n$  – коефіцієнт, що враховує ступінь взаємодії вихорів (зрушення в моментах їх утворення) в повздовжньому напрямку.

Проведений аналіз показує, що дана формула покладена в основу при розрахунку турбулентності повітряного середовища від транспортних потоків та новобудов у великих містах.

Висновки. Новобудови, що здійснюють викиди забруднюючих речовин розміщуються в межах житлової забудови. Кількість новобудов є значною і продовжує збільшуватись. При цьому їх внесок у забруднення атмосферного повітря потребує більш детального вивчення. Невпорядковане розташування новобудов, що мають викиди забруднюючих речовин, може суттєво підвищити рівень екологічної небезпеки, сформованої внаслідок забруднення атмосферного повітря населених міст. Наведені формули в цілому дозволяють вирішити задачі моделювання розповсюдження відпрацьованих газів, що викидають транспортні потоки вздовж дороги та новобудови з власною системою опалювання. Це дозволить прогнозувати стан атмосферного повітря в зонах житлової забудови, а, маючи дані про екологічну ситуацію в кварталі та його функціональне значення в мікрорайоні, можна моделювати екологічну ситуацію всього міста. В подальшому це дозволить вирішити проблему несприятливого екологічного клімату в зоні житлової забудови.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Екологія автомобільного транспорту: навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К.: Основа, 2002.– 312 с.
2. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учеб. пос. для вузов / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, Ю.В. Трофименко, М.В. Яшина. – М.: ИНФРА – М, 1998. – 408 с.
3. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Израэль Ю. А. — М. : Гидрометеиздат, 1984. — 560 с.
4. Основи промислової технології та охорони навколишнього середовища / [Огурцов А.П., Мамаєв Л. М., Волошин М. Д. та ін.]. – К. : АКС, 1997. – 250 с.
5. Охрана окружающей среды / [Владимиров А.М., Ляхин Ю. И., Матвеев Л. Т., Орлов В.Г.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.
6. Губарь, В. Ф. Численное моделирование переноса атмосферных загрязнений с учетом многоэтажной жилой застройки / Губарь В. Ф., Гевлич И. Г. // Вісник Донбаської держ. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць. – 2001. – Вип. 6(31): Інженерні системи та техногенна безпека у будівництві. – С. 122–126.
7. Закономерность взаимодействия параллельно движущихся вихревых струй, образующихся от дискретно расположенных источников / О.С. Балабеков, А.А. Волненко, С.Ж. Пралиев и др. // Доклады НАН РК. – 2004. – № 1. – С. 56 – 65.

#### РЕФЕРАТ

Бакуліч О.О., Гребельник Ю.М. Моделювання розсіювання забруднень від транспортних потоків в умовах сучасних новобудов. / Олена Олександрівна Бакуліч, Юлія Миколаївна Гребельник // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

В статті запропоновано підходи щодо визначення механізмів розсіювання забруднень, від транспортних потоків та новобудов з власною системою опалювання, в зоні житлової забудови.

Об'єктом дослідження є розсіювання забруднень від транспортних потоків в умовах сучасних новобудов.

Мета роботи – дослідження основних підходів щодо визначення механізмів розсіювання забруднюючих речовин, що містяться у відпрацьованих газах автомобілів та в опалювальних системах новобудов, в зоні житлової забудови, що дасть змогу моделювати та прогнозувати забруднення будь-якої структурної одиниці міста, що переноситься повітряним потоком.

Метод дослідження – науковий, що дозволив проаналізувати підходи щодо визначення механізмів розсіювання забруднюючих речовин.

Новобудови, що здійснюють викиди забруднюючих речовин розміщуються в межах житлової забудови. Кількість новобудов є значною і продовжує збільшуватись. При цьому їх внесок у забруднення атмосферного повітря потребує більш детального вивчення. Невпоряджене розташування новобудов, що мають викиди забруднюючих речовин, може суттєво підвищити рівень екологічної небезпеки, сформованої внаслідок забруднення атмосферного повітря населених міст. Виявлено, що розрахунок забруднень атмосферного повітря від транспортних потоків повинен проводитись з урахуванням викидів від сучасних новобудов. Запропоновано вирішення задачі моделювання поширення газів, що викидають транспортні потоки з урахуванням сучасних новобудов, що мають викиди забруднюючих речовин. Це дозволить спрогнозувати стан атмосферного повітря в зонах житлової забудови. А маючи дані про екологічний стан кварталу і його

функціональне значення в мікрорайоні, можна стверджувати про екологічну ситуацію всього міста. В подальшому це дозволить вирішити проблему несприятливого екологічного клімату в зоні житлової забудови.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** РОЗСПИВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ, ТРАНСПОРНИЙ ПОТІК, ЖИТЛОВА ЗАБУДОВА, ВІТРОВИЙ ПОТІК, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.

#### ABSTRACT

Bakulich O.O., Grebelnik Y. M. Pollution dispersion modeling of traffic flow in today's buildings. / Olena Oleksandrivna Bakulich, Julia Mykolaivna Grebelnik // Visnyk NTU – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

In the article the approach to determine the mechanisms of dispersion of pollution from traffic and buildings with its own heating system in the area of residential development.

The object of study is the dispersion of pollution from traffic in the conditions of modern buildings.

Purpose – to study the basic approaches to determine the mechanisms of dispersion of pollutants contained in the exhaust gases of vehicles and heating systems in buildings, in the area of residential development, which will allow to model and predict the contamination of any of the structural unit of the city, carried by the air flow.

Method of research – research, analyze possible approaches to defining the mechanisms of pollutant dispersion.

New, asking emissions are located within residential areas. Number of new buildings is significant and growing. However, their contribution to air pollution requires more detailed study. Random arrangement of buildings, with emissions of pollutants, can significantly increase the level of environmental hazards, the current due to contamination of air in inhabited areas. Found that the calculation of air pollution from traffic should be based on emissions from modern buildings. Proposed solution modeling of gas that emit traffic flows, taking into account modern buildings that have emissions. This allows to predict the state of air quality in residential areas and settings. And having the data on the ecological state quarter and its functional significance in the neighborhood, one could argue about the environmental situation of the city. In future, this will solve the problem of adverse ecological climate in the area of residential development.

**KEYWORDS:** DISPERSION OF POLLUTION, TRAFFIC FLOW, RESIDENTIAL BUILDINGS, WIND FLOW, ATMOSPHERIC AIR.

#### РЕФЕРАТ

Бакулич Е.А., Гребельник Ю.Н. Моделирование рассеивания загрязнений от транспортных потоков в условиях современных новостроек. / Елена Александровна Бакулич, Юлия Николаевна Гребельник // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье предложены подходы к определению механизмов рассеивания загрязнений, от транспортных потоков и новостроек с собственной системой отопления, в зоне жилой застройки.

Объектом исследования является рассеивание загрязнений от транспортных потоков в условиях современных новостроек.

Цель работы – исследование основных подходов к определению механизмов рассеивания загрязняющих веществ, содержащихся в отработавших газах автомобилей и в отопительных системах новостроек, в зоне жилой застройки, что позволит моделировать и прогнозировать загрязнение любой структурной единицы города, которое переносится воздушным потоком.

Метод исследования – научный, позволил проанализировать подходы к определению механизмов рассеивания загрязняющих веществ.

Новостройки, осуществляющие выбросы загрязняющих веществ размещаются в пределах жилой застройки. Число новостроек является значительным и продолжает увеличиваться. При этом их вклад в загрязнение атмосферного воздуха требует более детального изучения. Неупорядоченное расположение новостроек, имеющих выбросы загрязняющих веществ, может существенно повысить уровень экологической опасности, сложившейся вследствие загрязнения атмосферного воздуха населенных мест. Выявлено, что расчет загрязнений атмосферного воздуха от транспортных потоков должен проводиться с учетом выбросов от современных новостроек. Предложено решение задачи моделирования распространения газов, которые выбрасывают транспортные потоки, с учетом современных новостроек, имеющих выбросы загрязняющих веществ. Это позволит спрогнозировать состояние атмосферного воздуха в зонах жилой застройки. А имея данные об экологическом состоянии квартала и его функциональное значение в микрорайоне, можно утверждать об экологической ситуации всего города. В дальнейшем это позволит решить проблему неблагоприятного экологического климата в зоне жилой застройки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАССЕЙВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ЖИЛАЯ ЗАСТРОЙКА, ВЕТРОВОЙ ПОТОК, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ.

УДК 504.628

## ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМИЙНОГО КОМПЛЕКСУ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Кобзиста О.П., кандидат біологічних наук

Барабаш О.В., кандидат біологічних наук

Постановка проблеми. Автосервіс сьогодні один з найпоширеніших і затребуваних видів бізнесу. Найчастіше успішність і прибутковість цього виду бізнесу залежить від комплексу послуг, що надаються. І послуги мийки автомобіля в цьому переліку виходять на одне з перших і найбільш популярних місць. Підходячи ближче до питання технічного оснащення автомийок, не можна не згадати про необхідність організації зливу використаної води в каналізацію. В Україні існує система вимог до зливу в каналізацію, визначена СЕС, виконувати яку необхідно для отримання дозвільної документації на функціонування автомийки. Сьогодні очисні споруди автомийок представлені великим переліком виробників і моделей. При виборі такого обладнання дуже важливо наперед визначитися з набором необхідних функцій і обсягами, яким повинна задовольняти конструкція очисної споруди. І тільки після цього докладно розглянути технічні характеристики та функціональні особливості очисних споруд для автомийок різного виробництва, порівнюючи співвідношення ціни і якості, які будуть задовольняти потреби автомийного комплексу, як з екологічної так і з економічної точки зору.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В наш час на деяких автомийках використовуються очисні установки які не відповідають екологічним показникам або їх власники не приділяють їхньому обслуговуванню належної уваги. Тому велика кількість забруднюючих речовин, не пройшовши належної очистки, скидаються у водні об'єкти та наносять шкоду оточуючому середовищу [1]. Зниженню забрудненню навколишнього середовища можуть сприяти нові технології та обладнання, що використовується на автомийках. За сучасним обладнанням та досконалими системами очищення на ринку лідирує німецька фірма Karcher з її стаціонарними системами очищення води HDR 555, HDR 777 та HDR 1000. Останніми роками в Україні набули поширення комплексні установки для очищення стічних вод серійного ряду "Роса" та станції для рециркуляції води серії "НЕПТУН". У країнах Європи надають перевагу та застосовують систему AEROS [2, 3]. Всі ці системи і установки та методи очищення забезпечують ефективну очистку води, яка утворилася від миття автомобілів та дозволяють використовувати меншу кількість води та електроенергії [4-6].

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Однією з головних проблем при визначенні ефективної очисної установки автомийного комплексу є неузгодженість вибору параметрів необхідних для покращення функціонування автомийок, які б задовольняли екологічні та економічні інтереси даного сервісу. Рішенням даної проблеми може стати застосування методу аналізу ієрархій, який є системною процедурою для ієрархічного подання елементів, що визначають зміст проблеми.

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою нашої роботи було оцінити найбільш популярні на ринку типи очисних установок на автомийних комплексах, провести екологічну оцінку ефективності та оцінити економічність такої системи очищення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення параметрів спочатку потрібно проаналізувати роботу мийного комплексу. Робота мийки починається з заїзду на неї автомобіля, потім подача води, миючих засобів, і сам процес мийки. Таким чином, параметри роботи мийного комплексу є найбільш ефективними тоді, коли вони підходять під тип роботи чи вид мийки. Показники роботи на виході характеризують вибір параметрів, тобто чи правильно вони підібрані для удосконалення роботи мийного комплексу. Кінцевим результатом досконалого мийного комплексу повинно бути чистий автомобіль, максимально чиста вода після очищення в очисних установках, та економічність у використанні матеріалів та інших показників.

Для визначення ефективної очисної установки ми використали метод аналізу ієрархій [7]. Основа методу – це декомпозиція проблеми на кожному ієрархічному рівні за допомогою парних