

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ НА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ

Мордвінова А. М., студентка гр. Тд-51-22
Холодова О. О., канд. техн. наук, доц.

У наш час кількість автомобілів у всьому світі невинно зростає, а вони є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря в містах. Саме викиди автотранспорту становлять 70-85 % від загальних. При цьому аж чверть всіх автомобілів в Україні - це старі моделі, що не відповідають жодним екологічним нормам. До того ж, на тих вулицях міст, де щодня спостерігається скупчення транспортних засобів (ТЗ), концентрація токсинів у повітрі перевищує допустиму в 3-4 рази [1]. Перехрестя – найбільш небезпечні елементи вуличної-дорожньої мережі (ВДМ), на яких відбувається за статистикою найбільша кількість ДТП, і чимало з них провокуються не лише недбалістю водіїв, а й недосконалою організацією дорожнього руху (ОДР), яка впливає також і на збільшення транспортних затримок, утворення заторів, що, в свою чергу, викликає зниження швидкості пересування і невиправдану перевитрату палива. Постійні затори перед перехрестями, часті зупинки, гальмування і набирання швидкості є причинами підвищеного забруднення повітряного басейну міста і транспортного шуму.

Актуальність проблеми зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище потребує широкомасштабних комплексних заходів: зменшення токсичності викидів від кожного окремого ТЗ шляхом удосконалення окремих агрегатів та використання більш безпечних видів палива; зниження концентрації шкідливих речовин (ШР) в атмосферному повітрі за рахунок раціонального планування та забудови приміагістральних територій, газозахисних споруд та озеленення; зменшення обсягів викидів від потоків автотранспорту на магістралях шляхом удосконалення транспортно-планувальних характеристик ВДМ та покращення ОДР [2].

У зв'язку із специфічними умовами руху на транспортних розв'язках (зниження швидкості перед поворотом праворуч або ліворуч, виконання власне повороту тощо) саме ці ділянки є найбільш небезпечними для учасників руху та зменшують пропускну спроможність дороги в цілому, що негативно позначається не лише на експлуатаційних показниках роботи автомобільного транспорту, а і на екологічній безпеці перехрестя.

Тому метою даної роботи стало дослідження впливу організації дорожнього руху на перехресті на його екологічну безпеку.

Склад і кількість ШР, що викидаються в атмосферу залежать від типу двигуна і його технічного стану, типу палива, параметрів дорожнього руху, умов експлуатації ТЗ, а також від технічного стану доріг. Тільки в комплексному вивченні цих факторів можна одержати науково обґрунтоване вирішення цієї проблеми. Одними з основними напрямків зниження рівня забруднення навколишнього середовища від автотранспорту є: модернізація

та вдосконалення ВДМ, будівництво нових транспортних розв'язок (в тому числі в різних рівнях), створення окремих магістралей і шляхопроводів для руху пасажирського та вантажного транспорту, організація раціональної схеми маршрутів руху пасажирських та вантажних потоків магістралями міста, створення оптимальних систем управління рухом транспорту, розширення автоматизованих систем управління дорожнім рухом тощо. При впровадженні нових схем ОДР на ВДМ слід завжди оцінювати їх вплив на стан навколишнього середовища.

Існує багато варіантів розрахунку розмірів викидів ШР. Оцінка стану повітряного басейну в населених пунктах проводиться шляхом порівняння реальних концентрацій з ГДК. Але все зводиться тільки до оцінки рівня забруднення навколишнього середовища. Подальший чіткий механізм зменшення екологічного навантаження, шляхом впровадження необхідних заходів, відсутній [3]. Методи прогнозування і моделювання процесу забруднення повітря міста поки відстають від розрахункових методів визначення концентрацій шкідливих викидів стаціонарних джерел. Тому основна увага спеціалістів направлена на створення і удосконалення моделей для розрахунку приземних концентрацій ШР, які враховують вплив різних факторів на характер дисперсії цих речовин в умовах приміагістральної забудови. Оскільки кожний метод розрахунку включає в себе різні параметри слід приділяти увагу розробці більш точної універсальної методики розрахунку.

В області розробки більш ефективних методів спостереження і належного контролю за викидами відпрацьованих газів і величинами інтенсивності дорожнього руху, особливо у великих містах України, ведуться дослідження в напрямку розроблення відповідної мережі спостереження, яка забезпечить отримання необхідних результатів і допоможе швидко провести належні заходи з ОДР на небезпечних з точки зору екології ділянках ВДМ. Але розроблені системи спостереження не досліджують екологічні та технічні характеристики схем ОДР безпосередньо у відповідних місцях на різноманітних ділянках ВДМ, враховуючи забудову навколо [4].

Велика увага приділяється і комплексним схемам ОДР та встановленню функціональних залежностей рівня екологічних характеристик від технічних схем ОДР. Але усі дослідження рівня екологічних характеристик зводяться до того, що враховуючи циклічний характер руху автомобілів в містах, що пов'язано з зупинками перед перехрестями та послідовним розгоном, в імітаційній моделі проводяться по їздовому циклу [5].

Найбільш несприятливі режими роботи двигунів ТЗ із позиції токсичної характеристики є режими прискорення, уповільнення та холостого ходу. Тому наявність засобів регулювання дорожнього руху на міських магістралях, ефективно вирішуючи проблему забезпечення безпеки руху з одного боку, призводить до підвищення викидів ШР з іншого [6].

Відомі різні методики визначення викидів ШР в залежності від параметрів дорожнього руху. В методиці визначення викидів ШР в залежності від складу та інтенсивності транспортного потоку (ТП) усі показники для розрахунків викидів ШР можна визначити за допомогою натурних спостережень. І хоча це призводить до збільшення часу на дослідження, але отримані результати будуть більш точні, тому що використовуються реальні дані по об'єкту дослідження [7]. Методика визначення викидів ШР в залежності від швидкості ТП, широко розповсюджена в ХНАДУ, виконується в лабораторних умовах, тому, нажаль, не має можливості враховувати реальну ОДР на ділянках ВДМ [8]. Можна визначати викиди в залежності і від затримок руху ТЗ на різних елементах ВДМ з урахуванням ОДР на них. Але усі наведені вище методики не спроможні в комплексі зменшити екологічне навантаження на небезпечних з точки зору екології ділянках ВДМ, шляхом впровадження належних заходів з ОДР.

За програмою «Gaussian Dispersion Model Calculator» та методикою ОНД-86 [9] можна розраховувати інтенсивності забруднення однією з ШР в зоні перехрестя при заборонному сигналі світлофора. Але ця методика підходить для регульованих перехресть, тому не може бути використана як універсальна для різних методів ОДР.

Запропонована в ХНАДУ методика розрахунку рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів надає можливість визначати концентрації ШР [10]. На відміну від раніше розглянутих методик ця враховує склад, інтенсивність та швидкість ТП, а також варіант ОДР, закладений у відповідному коефіцієнті (регульоване, саморегульоване, нерегульоване перехрестя, залізничний переїзд, розв'язка в різних рівнях тощо). Але нажаль не враховує, наприклад, різні схеми пофазного роз'їзду на перетинанні, або заборону маневрів на перехресті і т.п.

В сучасних умовах завдяки постійно зростаючим можливостям обчислювальної техніки, програмне забезпечення для розробки різних типів транспортних моделей розвивається швидкими темпами. Спеціалізовані пакети транспортного планування (Emme-3, OmniTrans, Transims, Cube, AIMSUN, TransCAD + Transmodeler, Paramics і S-Paramics, PTV VISSIM, AnyLogic) мають можливість надавати кількісну оцінку основних параметрів транспортного процесу. Одним із більш затребуваних, а також необхідних для визначення екологічних характеристик елементів ВДМ є PTV VISSIM – багатоцільовий пакет для моделювання транспортних потоків на мікрорівні, який вважають ідеальним інструментом для муніципальних і транспортних органів, які працюють над зниженням викидів і дотриманням екологічних норм [11]. PTV VISSIM дозволяє здійснити якісне моделювання дорожнього руху, спрямоване на підвищення ефективності та безпеки руху, а це, в свою чергу, дозволяє знизити вплив автотранспорту на навколишнє середовище. Серед екологічних характеристик, які розраховуються в PTV VISSIM кількість монооксиду вуглецю на один ТЗ, кількість монооксидів азоту, кількість летючих органічних з'єднань, витрати палива.

Таким чином, імітаційна мікромодел ь дозволяє більш детально відображати існуючу транспортну ситуацію та аналізувати доцільність вибору того чи іншого способу ОДР; проектувати, тестувати й оцінювати вплив режиму роботи світлофора на характер ТП; оцінювати транспортну та екологічну ефективність запропонованих заходів тощо. До того ж, застосування програмного продукту PTV VISSIM дозволяє обійти трудомісткі розрахунки щодо розмірів викидів шкідливих речовин в залежності від схем ОДР.

Для дослідження обрано нерегульоване перехрестя вул. 12 Квітня – просп. Олександрівський Індустріального району м. Харків. За попередніми розрахунками за методикою [10] виявлено, що на усіх ділянках концентрація основного полютанта оксиду вуглецю (CO) велика та відповідає рівню «екологічно небезпечно». Під час проведення натурних досліджень за інтенсивністю та складом ТП, спостерігалась безліч конфліктних ситуацій, пов'язаних з порушенням правила проїзду перехрестя та переходом пішоходами проїзної частини. Тож було прийняте рішення розглянути варіант впровадження світлофорного регулювання з роз'їздом в 2 та 3 фази та обрати найліпший при умові забезпечення екологічної безпеки на заданому перехресті.

В результаті моделювання в програмному забезпеченні PTV VISSIM (див. рис. 1) отримуємо розміри викидів ШР (див. табл. 1).

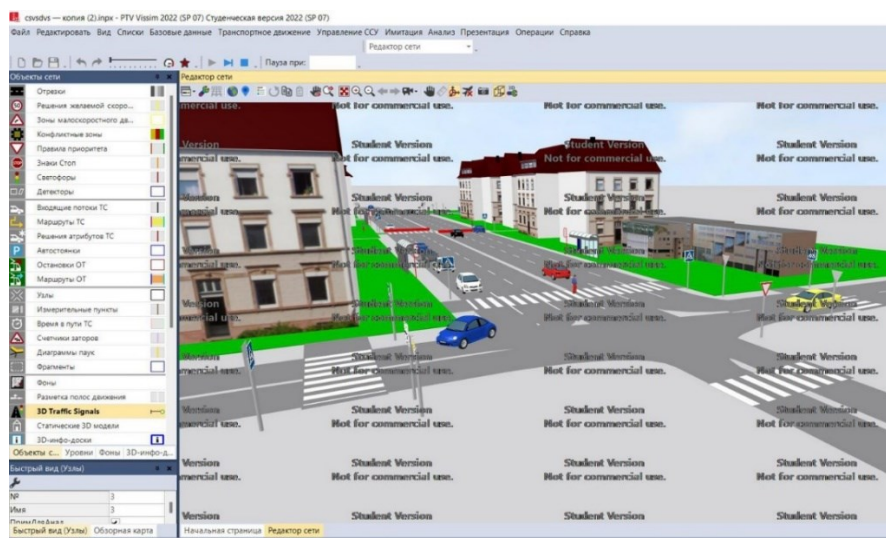


Рисунок 1 - Приклад моделювання дорожнього руху при існуючій схемі ОДР

Таким чином, запропонований варіант схеми ОДР з введенням світлофорного регулювання (2 фази) дозволяє знизити забруднення атмосферного повітря приблизно в 4 рази.

Таблиця 1. Результати моделювання

Варіант схеми ОДР	EMISSIONSC	EMISSIONSNOX	EMISSIONSVOC
Існуюча – нерегульоване перехрестя	111,822	21,757	25,916
Запропонована – регульоване перехрестя з роз'їздом в 2 фази	27,368	5,325	6,343
Запропонована - регульоване перехрестя з роз'їздом в 3 фази	112,067	21,804	25,973
Разом	425,403	82,769	98,591

Оцінка екологічної безпеки перехрестя за результатами моделювання в PTV VISSIM на даний момент є найоптимальнішим варіантом, який враховує різні характеристики дорожнього руху, причому деякі з них більш точно, ніж інші методики (наприклад, склад ТП) та різні умови руху. Однак, застосування PTV-VISSIM вимагає збору досить великої кількості вхідних даних та досконалого відтворення умов реального руху. Тож, задача розробки методики оцінки екологічної безпеки елементів ВДМ, яка б враховувала комплексні схеми ОДР, залишається й досі актуальною.

Література

1. Довкілля Сумщини у 2008 році. Комплексна економічна доповідь. Офіційне видання. Головне управління статистики у Сумській області. Суми, 2009. 42 с.
2. Холодова О.О., Гнатушок Д.А. Аналіз впливу організації дорожнього руху на рівень забруднення атмосферного повітря в містах. *Інтелектуальні технології управління транспортними процесами*: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, 17–18 листопада 2020 р. / Секція «Проблеми та перспективи безпеки на транспорті». Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2020. С. 239-241.
3. ГБНВ.2.3-218-007:2012 Екологічні вимоги до автомобільних доріг. *Галузеві будівельні норми України*: веб-сайт. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/01/GBN_V.2.3-218-007-2012.pdf (дата звернення: 10.03.2023).
4. Степанчук О.В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах (на прикладі м. Києва) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та техн. наук : 05.23.20. Київ, 2004. 16с.
5. Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехніка транспорту.

Харків, 1999. 468 с.

6. Семченко Н.О., Холодова О.О., Бугайова М.О. Екологічна оцінка варіантів організації дорожнього руху за витратами палива. *Theoretical and practical aspects of modern scientific research: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference*, 30 квітня 2021. Seoul-Vinnitsia, Case Co., Ltd. & European Scientific Platform, 2021. Vol. 1. P. 220–223.

7. Транспортна екологія: навчальний посібник / за заг. ред. С. В. Бойченка. Київ: НАУ, 2017. 507 с.

8. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобільного транспорту (расчетные методы исследований) : монографія. Харків: ХНАДУ, 2011. 292 с.

9. Титаренко В.Є., Нестеренко В.О. Дослідження екологічного стану транспортних перехресть за викидами автомобільних двигунів у місті Житомирі. [Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки](#). 2016. № 2. С. 267-273.

10. Шаповалов А.Л. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха в придорожном пространстве. *Вестник ХНАДУ*. 2002. Вып.19. С.82-84.

11. Таран И.А., Новицкий А.В., Литвин В.В. Анализ возможностей использования программного обеспечения PTV VISION VISSIM для моделирования транспортных и пешеходных потоков. *Вісник СНУ ім. В. Даля*. 2015. №2 (219). С. 136-140.