

**Кофанова Олена Вікторівна**, професор кафедри ІЕ, д-р наук  
**Кофанов Олексій Євгенович**, асистент кафедри ІЕ, канд. наук  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ВПЛИВ ЗАБРУДНЕНЬ ПРИДОРОЖНЬОГО ПРОСТОРУ НА БЕЗПЕКУ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ**

Загальновідомо, що відпрацьовані гази (ВГ) автотранспортних засобів (АТЗ) не тільки великою мірою забруднюють навколишнє середовище, а й шкідливо впливають на здоров'я (й увагу) водіїв, пасажирів, пішоходів та людей, які чекають на транспорт на зупинках громадського транспорту. Це, у свою чергу, підвищує ризик виникнення аварійних ситуацій і нещасних випадків на дорогах.

Отже, метою дослідження є встановлення рівня забруднення повітряного простору доріг і придорожніх територій (на прикладі м. Києва) та оцінювання небезпеки впливу інгредієнтів ВГ АТЗ на здоров'я й увагу водіїв, здоров'я пасажирів міського транспорту, пішоходів, велосипедистів, інших учасників дорожнього руху тощо.

Хімічний склад ВГ складається з нетоксичних компонентів (азот, кисень, водяна пара та карбон(IV) оксид) і токсичних речовин, серед яких такі забруднювачі, як карбон(II) оксид, нітроген(IV) оксид, сульфур(IV) оксид, незгорілі вуглеводні, альдегіди, сажа, бенз(а)пірен та інші токсиканти. Зрозуміло, що шкідливі речовини можуть викликати як пролонгований вплив на здоров'я людей – учасників автотранспортного руху, так і чинити безпосередній вплив на самопочуття водіїв. Зокрема, чадний газ (карбон(II) оксид CO) за високих концентрацій (більших за гранично допустиму) викликає головокружіння, запаморочення, головний біль. Його відносна густина за повітрям дещо нижча одиниці ( $D_{\text{пов}}(\text{CO}) = 0,9655$ ), тому він легко переноситься в атмосфері, а в кабіні автомобіля здатний підійматися вгору і концентруватися на рівні голови водія.

Потрапляючи до організму людини, чадний газ суттєво знижує функцію кисневого живлення, оскільки поглинання CO кров'ю відбувається майже в 240 разів інтенсивніше за поглинання кисню. Як наслідок, кисневе голодування чинить шкідливий вплив на клітини нервової системи людини, наслідком чого виявляється послаблення уваги водіїв, падіння їх працездатності, інші порушення тощо [1], і це не може не відбитися на дорожній ситуації, на безпеці дорожнього руху. Особливо викиди CO небезпечні для водіїв бензинових авто, оскільки вважається, що дизелі викидають у повітряне середовище значно менші обсяги чадного газу, проте набагато більші – оксидів Нітрогену й сажі.

Сульфур(IV) оксид SO<sub>2</sub>, який утворюється при згорянні у камері згорання двигуна бензинів і дизельного палива, що містять сполуки Сульфуру, є причиною сильного й неприємного запаху, який також, окрім пролонгованої дії, впливає на гальмування уваги та самопочуття водіїв. SO<sub>2</sub> чинить подразливу дію на верхні дихальні шляхи внаслідок утворення при взаємодії з вологими поверхнями кислот – сульфїтної та сульфатної, що спричинює

кашель, подразнення очей та інші небезпечні ефекти.

У придорожньому просторі нітроген(II) оксид, який є основним з оксидів Нітрогену у ВГ, упродовж 3–4 годин під дією сонячного світла перетворюється на більш шкідливий нітроген(IV) оксид, а наявність у ВГ незгорілих вуглеводнів значною мірою підвищує його токсичність. Вони також діють на дихальні шляхи, утруднюючи дихання й впливаючи на слизові оболонки очей, рота й носа людини через утворення на вологій поверхні нітритної і нітратної кислот.

Таким чином, підвищення вмісту нітроген(IV) оксиду в атмосферному повітрі та повітрі салону автомобіля погіршує увагу водіїв, гальмує їх реакцію тощо. Саме цей газ є одним з основних інгредієнтів ВГ, причому, особливо велика частка  $\text{NO}_2$  припадає на дизельний автотранспорт. Експерти відзначають, що підвищення концентрації нітроген(IV) оксиду всього на  $1 \text{ мкг/м}^3$  призводить до підвищення нещасних випадків приблизно на 2 %, а в центральних частинах мегаполісів цей показник може сягати й 5 % [2].

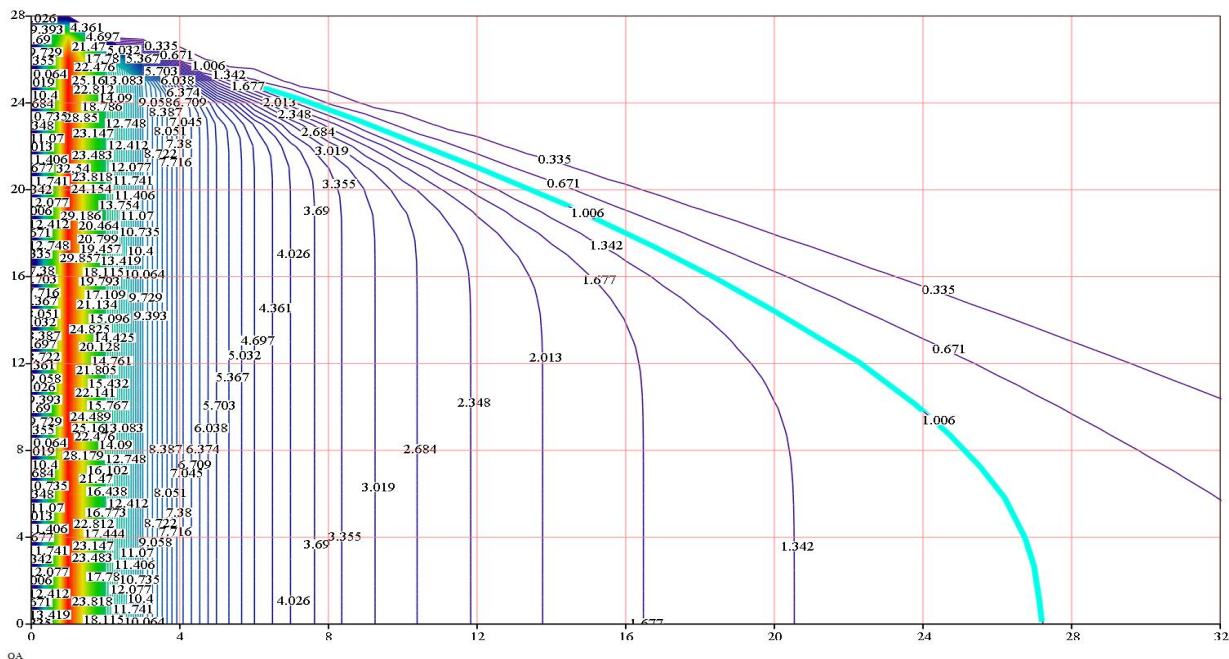
Дуже шкідливими також виявляються альдегіди і бенз(а)пірен, які мають мутагенний та канцерогенний ефекти на організм людини, а також дрібнодисперсні частинки сажі, які, окрім безпосередньої шкідливої дії, ще за рахунок дуже розвинутої поверхні адсорбують на ній інші забруднювачі та сприяють їх потраплянню до організму. І якщо відносно великі частинки сажі (розміром 2–10 мкм) досить легко виводяться з організму, то частинки розміром 0,5–2 мкм затримуються в легенях, дихальних шляхах тощо. Такий аерозоль не тільки погіршує самопочуття водія, а й погіршує видимість на дорозі, утруднюючи дорожньо-транспортні умови руху.

Карбон(IV) оксид  $\text{CO}_2$ , хоча й відноситься до нетоксичних компонентів ВГ, також чинить шкідливий вплив на всіх учасників дорожньо-транспортного руху. Зокрема, внаслідок так званого "парникового ефекту" підвищується температура в нижніх шарах атмосфери і, як наслідок, – в салоні автомобіля. В середньому, АТЗ при спалюванні 1 л бензину викидає у повітряне середовище до 800 л вуглекислого газу [1]. Отже, через брак кисню при підвищенні концентрації  $\text{CO}_2$  увага та реакція водія різко погіршуються, створюються передумови для виникнення дорожньо-транспортних подій.

Іншим важливим аспектом є те, що шкідливий вплив токсикантів ВГ АТЗ має не одноразовий, а постійний характер. При цьому в організмі водія (пасажира, пішохода, велосипедиста тощо) може розвинутися імунодефіцит, загостритися бронхіти; за такого впливу великою мірою страждає нервова система організму, судини головного мозку, серце та інші органи. Навіть смог, що утворюється у великих містах під впливом викидів автотранспортних засобів і промисловості, не є безпечним для мешканців міста.

Забруднення атмосферного повітря безпосередньо впливає на склад і кислотність (показник рН) атмосферних опадів. Зокрема, так звані кислотні дощі чинять негативний вплив на автомобільну техніку, шини, дорожнє покриття, сприяючи їх швидкому зношенню і, як наслідок, вторинному забрудненню довкілля.

З метою встановлення рівнів забруднення (перевищення концентрацій забруднювальних речовин) на напружених автомагістралях міст і прилеглих до них територій у програмному комплексі MathCad проведено моделювання дисперсії деяких з основних інгредієнтів ВГ автотранспортних потоків. Як приклад на рис. 1 і 2 наведено результати моделювання дисперсії чадного газу CO і оксидів Нітрогену NO<sub>x</sub> (у перерахунку на NO<sub>2</sub>) на ділянці транспортного коридору м. Києва довжиною 2770 м – від перетину проспекту Перемоги з вул. Академіка Туполева (з іншого боку траси – з вул. Чистяківською) до перетину цього проспекту з проспектом Академіка Палладіна.



чинить негативний вплив на здоров'я й самопочуття водіїв АТЗ, пішоходів, пасажирів та інших учасників дорожнього руху.

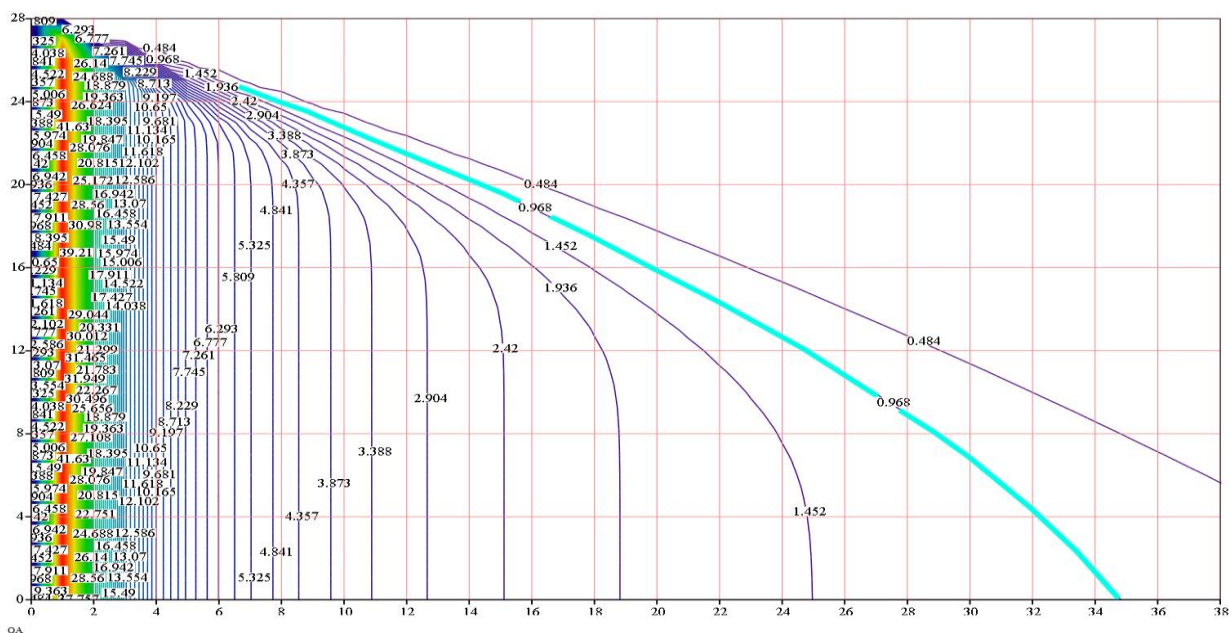


Рисунок 2 – Дисперсія оксидів Нітрогену  $\text{NO}_x$  (у перерахунку на  $\text{NO}_2$ ) на досліджуваній ділянці автотранспортного коридору при північно-східному середньому вітрі зі швидкістю 3 м/с

У розвинутих країнах світу введено жорсткі екологічні стандарти Євро, які передбачають контроль за викидами ВГ АТЗ на всіх етапах їх виробництва й експлуатації. Окрім того, велика увага з боку держави приділяється безпеці дорожньо-транспортного руху за рахунок грамотної його організації, розробки нормативно-правової документації та вдосконалення дорожнього проектування. Проте навіть у таких країнах спостерігаються значні рівні забруднення придорожнього повітряного простору й прилеглих територій, хоча в них цій проблемі приділяється набагато більша увага, здійснюється ретельний контроль за викидами, токсичністю й димністю ВГ, а, отже, і вирішується ця проблема більш успішно.

#### Список використаних джерел

1. Комаров Ю. Я., Федотов В. Н., Колесников С. В. Технология очистки городских автомагистралей от вредных выбросов транспортных потоков // *Экологические системы и приборы*. 2004. № 11. С. 21–24
2. TIS-TIR Транспортно-інформаційний сервер [Електронний ресурс]. URL : <http://tis-tir.com/novyny/vyhlopnye-gazy-neojdannyim-obrazom-deystvuyut-na-vodyteley/> (дата звернення 31.10.19).
3. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология : учеб. для вузов / под ред. В. Н. Луканина. М. : Высш. шк., 2001. 273 с.
4. Паращук Е. М., Коваль В. Н., Прокопенко М. Н. Результаты моделирования распространения выбросов автотранспорта на ограниченной территории города // *Экологические системы и приборы*, 2007. № 3. С. 56–59.