

Татарченко Г. О., д.т.н., професор (Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Київський національний університет будівництва і архітектури, tatarchenkogalina@gmail.com)

ОБ'ЄКТИ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯ ТЕРИТОРІЙ МІСТ

В роботі запропоновано об'єкти захисту повітряного басейну міст примігстральних територій шляхом очищення повітря з використанням озонних технологій. Наведено принципову схему установки, основа якої мокрий пиловловлювач. Введення озону в потік води споруди сприяє миттєвому доокисленню шкідливої газової складової оксиду азоту. Показана модель територіального розподілу зон дії очисної споруди і наведені основні умови роботи очисної споруди на міських територіях.

Ключові слова: захист повітря; примігстральна територія міста; озонування; споруда; умови роботи.

Вступ. Зростання населення великих міст, концентрація більшої частини промислових підприємств і енергетичних потужностей, величезна кількість автотранспорту – все це призводить до погіршення екологічної обстановки, техногенних катаклізмів різних масштабів, розвитку захворювань організмів, погіршення якості товарів і продуктів, скорочення терміну служби будівель, машин, приладів внаслідок корозії і ін.

З метою зниження викидів та впливу їх на навколишнє середовище вживаються наступні основні заходи [1]:

1. Екологізація технологічних процесів:

- створення замкнутих технологічних циклів, маловідходних технологій, що виключають потрапляння в атмосферу шкідливих речовин;

- зменшення забруднення від теплових установок: централізоване теплопостачання, попереднє очищення палива від сполук сірки, використання альтернативних джерел енергії, перехід на паливо підвищеної якості (з вугілля на природний газ);

- зменшення забруднення від автотранспорту: використання електротранспорту, очищення вихлопних газів, використання каталі-

тичних нейтралізаторів для догорання палива, розробка водневого транспорту, перехід транспортних потоків за місто.

2. Очищення технологічних газових викидів від шкідливих домішок.

3. Розсіювання газових викидів в атмосфері. Розсіювання здійснюється за допомогою високих димових труб (висотою понад 300 м). Це тимчасовий, вимушений захід, який здійснюється внаслідок того, що існуючі очисні споруди не забезпечують повного очищення викидів від шкідливих речовин.

4. Влаштування санітарно-захисних зон, архітектурно-планувальні рішення.

До однієї з основних проблем впливу на навколишнє середовище відноситься забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту. З розвитком торгово-економічних відносин частка автомобільного транспорту в транспортному балансі міст щорічно зростає, а разом з цим збільшуються і викиди шкідливих (забруднюючих) речовин в атмосферне повітря. Аналіз статистичних даних і оцінок негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище і населення свідчить, що загальна сума викидів забруднювальних речовин в атмосферу в країнах СНД щорічно становить майже 21,2 млн т, зокрема 19,2 млн т (90%) – від автомобільного транспорту, і 2,0 млн т – від інших викидів [2].

Людина в середньому споживає в добу близько 25 кг повітря, любі забруднення його можуть викликати серйозні захворювання. Численні дослідження встановлюють зв'язок між транспортними викидами і різноманітністю симптомів і хвороби органів дихання [3]. Раніше рослини справлялися з певною масою забруднюючих речовин (в процесі фотосинтезу, накопичення вуглецю та інших шкідливих елементів), то зараз різниця між забрудненням і очищенням незрівнянно вище. Тому для захисту повітряного басейну від антропогенного впливу особливо вздовж магістралей необхідні додаткові заходи, наприклад очисні об'єкти.

Метою роботи є розробка об'єктів захисту повітряного басейну міст приміагістральних територій, визначення територіального розподілу зон їх дії та умов роботи.

Ґрунтуючись на аналізі вітчизняних і закордонних літературних даних [4; 5], у роботі пропонується інженерно-планувальне рішення – спосіб очищення повітря з використанням озонових технологій. Запропоновано об'єкт захисту повітря, який належить до способу зни-

ження вмісту пилу і оксидів азоту в забрудненому повітрі і може бути використано для очищення забрудненого повітря урбанізованих територій, а саме біля міських магістралей від найбільш небезпечних твердих домішок і оксидів азоту. Очищення повітря від забруднень йде наступним шляхом. Повітря засмоктують з поверхні поблизу дорожнього полотна, очищують від оксидів азоту, вуглеводнів озонуванням та повертають у навколишнє середовище. Забруднене повітря засмоктують у спеціальний скрубєр обладнаний фільтруючими і вентиляційними пристроями через зовнішні люки. Очищене повітря відводять через відкриті виходи вертикально вгору.

Принципи роботи пиловловлюючих апаратів засновано на використанні різних механізмів осадження частинок: гравітаційним осадженням, під дією відцентрової сили, дифузійним осадженням, електричним (іонізаційним) осадженням та деяких інших. За способом уловлювання пилу апарати бувають: з сухим, мокрим й електричним очищенням [6]. Основа запропонованої очисної споруди – це мокрий пиловловлювач (скрубєр), який характеризується високою ефективністю очищення від дрібнодисперсного пилу розміром до 2 мкм і працює за принципом осадження частинок пилу на поверхню крапель під дією сил інерції або броунівського руху. Він являє собою вертикальну циліндричну колону, в нижній частині яких вводиться запилений газ, а зверху через форсунки подають розпорошену рідину. Очищений газ відводиться з верхньої частини апарату, а вода з вловленим пилом у вигляді шламу збирається внизу скрубєру. Ступінь очищення від пилу з розміром частинок більше 5 мкм може складати більше 90%.

Подачу озону спрямовують в потік води, що подається до форсунок низького тиску, барботування забезпечує повне розчинення озону і максимальний рівень озонування води при його мінімальній витраті. При протилежному русі потоків відбувається інтенсифікація перемішування забрудненого повітря і крапель озонованої води, що призводить до швидкої коагуляції небезпечних твердих домішок каплями води на першій стадії очищення, які змиваються і видаляються з конічного дна скрубєру. Введення озону безпосередньо в потік води сприяє миттєвому його розчиненню і доокисленню шкідливої газової складової забрудненого повітря, що складається з оксиду азоту – на другій стадії.

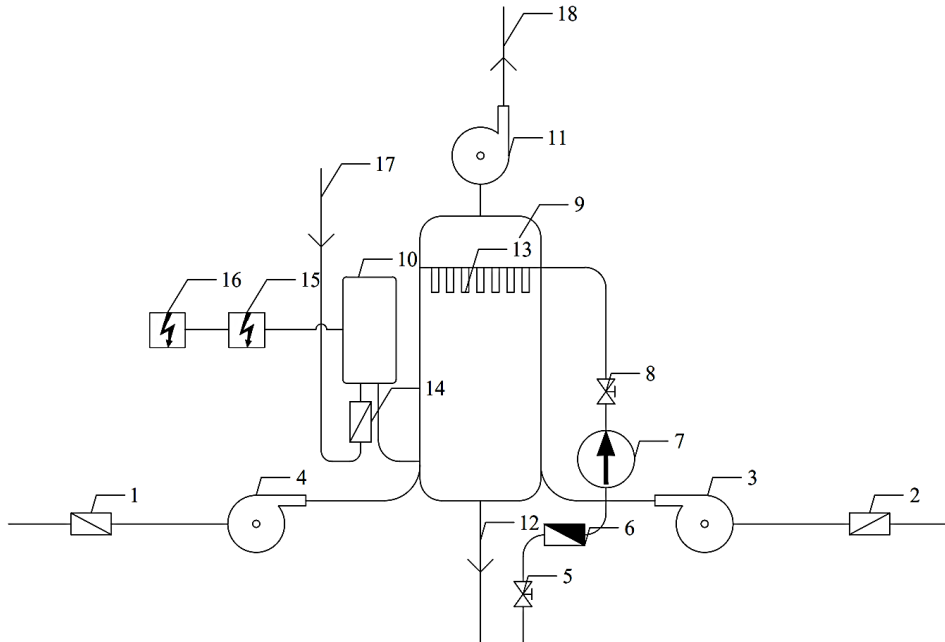


Рис. 1. Принципова схема установки: 1, 2 – фільтр грубого очищення повітря; 3, 4 – осьовий каналний вентилятор; 5, 8 – регулююча арматура; 6 – фільтр очищення води; 7 – насос високого тиску; 9 – скрубєр 600М; 10 – озонатор; 11 – осьовий каналний вентилятор; 12 – відведення стічної води; 13 – форсунки; 14 – фільтр очищення повітря від вологи; 15 – щит автоматичного керування установки; 16 – електрохімічний сенсор; 17 – подача повітря для озонатору; 18 – відведення очищеного повітря

Повітря, яке очищується проходить три вертикальні ступені, надходячи через патрубки в середній частині скрубєра (рис. 1). Проходячи кільцевий зазор першого ступеня, повітря потрапляє в зону розпилення води, де відбувається очищення газу від забруднюючих його частинок. На третьому етапі, куди вже очищений газ потрапляє через систему тарілок, відбувається відділення вологи від газу. Очищений газ виходить через патрубок у верхній частині скрубєра. Кількість рідини, що подається на 1 м^2 перетину в секунду (щільність зрошення) залежить від типу насадки і становить $5\text{--}20 \text{ м}^3/\text{год}$. Забруднена вода витікає в спеціальний зазор в днищі апарату через зливний патрубок разом зі шламом виходить з скрубєра. Після очищення за допомогою осьового каналного вентилятору повітря потрапляє до навколишнього середовища. Спостереження за концентрацією озону у повітрі фіксується датчиком (електрохімічним сенсором) озону, при перевищенні озонем ГДК, установка вимикається ав-

томатизованою системою. Спосіб очищення повітря [7] від найбільш небезпечних домішок оксидів азоту та вуглецю шляхом озонування повітря поблизу магістральних доріг міста знижує їх вміст до 70%. Запропонований спосіб забезпечує отримання певного ефекту з очищення повітря на міських магістралях, забрудненого вихлопними газами транспортних засобів і не вимагає великих матеріальних витрат у його реалізації.

Відповідно до проведених досліджень і розрахунків моделей розсіювання [8] визначені санітарно-захисна зона (50 м) і зона дії очисної споруди (500 м). Виходячи з даних [9] відомо, що забруднення оксидами азоту досягають в певні моменти значень в десятки разів більших ніж ГДК і розсіюються на відстані понад кілометр, тому на ділянках приміагістральних територій, а це перехрестя, необхідно розміщувати кілька споруд. Розрахована модель територіального розподілу зон дії очисної споруди на прикладі перехрестя біля парку Т.Г. Шевченка м. Київ (рис. 2). Рівень забруднення атмосферного повітря на автомагістралях особливо поблизу регульованих перехресть є одним з найвищих у порівнянні з рівнем забруднення поблизу інших ділянок вулично-дорожньої мережі, тому виникає необхідність встановлювати дві і більше очисні споруди (рис. 2).

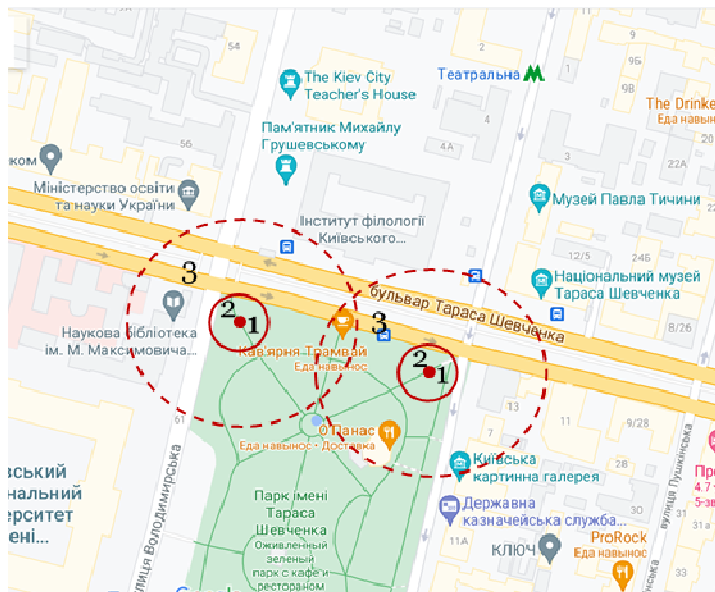


Рис. 2. Модель територіального розподілу зон дії очисної споруди і їх розташування поблизу перехрестя: (висота 3,5 м); 2 – санітарна зона максимальної концентрації озону 50 м; 3 – зона дії очисної споруди 500 м

Визначено умови роботи очисних споруд на міських територіях (рис. 3). Головна необхідна умова – це перевищення рівня забруднення повітряного басейну примагістральних територій, який змінюється в залежності від трафіку і метеоумов. Достатня умова – це наявність інженерних комунікацій і містобудівні показники. Важливою контролюючою умовою роботи є рівень концентрації озону на виході з очисної споруди, оскільки озон відноситься до 1 класу небезпеки.

Висновки. Вперше запропоновано об'єкти захисту повітряного басейну міст примагістральних територій шляхом очищення повітря з використанням озонових технологій. Запропонований спосіб забезпечує отримання певного ефекту з очищення повітря на міських магістралях, забрудненого вихлопними газами транспортних засобів, і не вимагає великих матеріальних витрат у його реалізації.

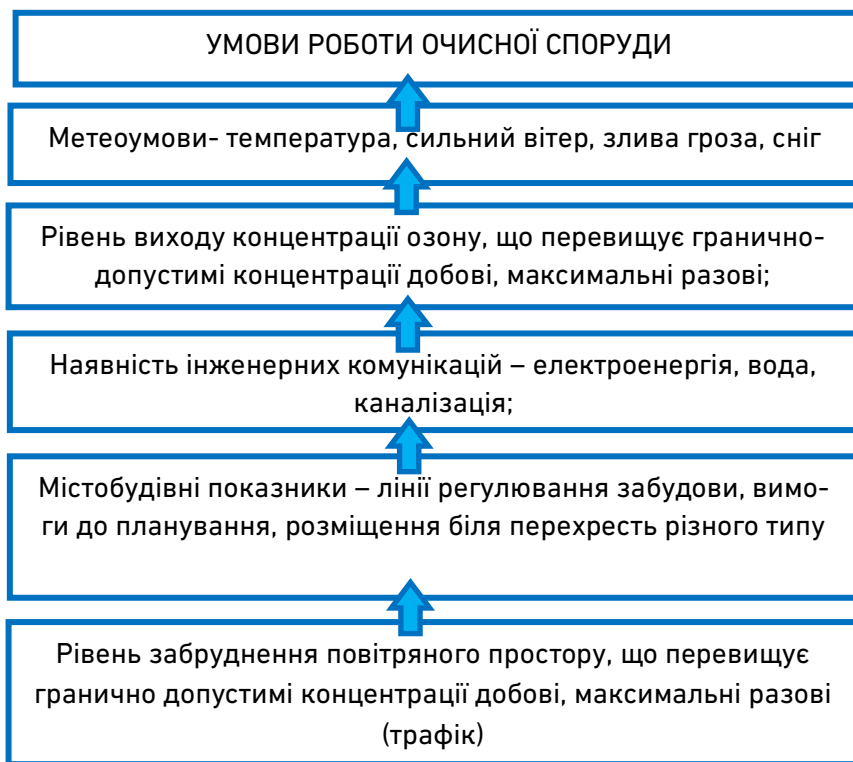


Рис. 3. Умови роботи об'єктів очисної споруди

Споруди призначені для очищення повітря від найбільш небезпечних домішок оксидів азоту та вуглецю шляхом озонування повітря поблизу магістральних доріг міста та знижують їх вміст до 70%.

Наведено принципову схему установки, основою якої є мокрий пило-вловлювач.

Розрахована модель територіального розподілу зон дії очисної споруди на прикладі перехрестя біля парку Т. Г. Шевченка м. Київ. Рівень забруднення атмосферного повітря на автомагістралях особливо поблизу регульованих перехресть є одним з найвищих у порівнянні з рівнем забруднення поблизу інших ділянок вулично-дорожньої мережі, тому виникає необхідність встановлювати дві і більше очисні споруди.

Визначено умови роботи очисних споруд на міських територіях. Головна необхідна умова – це перевищення рівня забруднення повітряного басейну приміагістральних територій, який змінюється в залежності від трафіку і метеоумов.

1. Інженерна екологія : підручник для студ. вищ. навч. закл. / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін, В. В. Трофімович, З. М. Романова, В. М. Навроцький. К. : Книжкове вид-во НАУ, 2006. 491 с. 2. Русіло П. О., Костюк В. В., Афонін В. М. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. № 18(3). С. 85–89. ISSN 5-7763-2435-1. 3. Dr. David McKeown. Air pollution burden of illness from traffic in Toronto. Toronto : Toronto Public Health, November 2007. 4. Tatarchenko Halyna Analysis of urban air pollution. Monographic series «European Science» 2021. *Innovative technik und technologie, informatik, sicherheitssysteme, verkehrsentwicklung, architektur*. Chapter 20. Part 4. 188–195. DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-066. 5. Tatarchenko Halyna City pollution from natural and anthropogenic emissions of carbon monoxide. *Modern engineering and innovative technologies*. February 2021. Issue № 15. Part 1. P. 90–98. DOI: 10.30890/2567-5273.2021-15-01-115. 6. Спосіб очищення забрудненого повітря урбанізованих територій: деклараційний пат. на корисну модель № 147495, кл. B01D 53/00, B01D 53/78 (2006.01), B01J 19/24 (2006. 1). № u202008025; заявл. 15.12.2020; опубл. 12.05.2021, бюл. № 19/2021 / Татарченко Г. О., Білошицький М. В., Татарченко З. С., Білошицька Н. І. 7. Козій І. С., Гурець Л. Л., Трунова І. О., Курбет Т. В. Аналіз гідродинамічних і пиловловлюючих характеристик апарата з провальними тарілками. *Вісник ЖДТУ. Сер. Технічні науки*. 2013. № 4 (67). С. 120–125. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/2461>. (дата звернення: 23.10.2019). 8. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів : Наказ Державного комітету статистики України. № 452 від 13.11.2008. 9. Татарченко Г. О., Кравченко І. В., Писаренко М. В., Поркуян С. Л. Дослідження забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту

в міському середовищі. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. 2019. № 8 (256). С. 99–104. DOI: 10.33216/1998-7927-2019-256-8-99-104

REFERENCES:

1. Inzhenerna ekolohiia : pidruchnyk dlia stud. vyshch. navch. zakl. / V. A. Bazhenkov, V. M. Isaienko, Yu. M. Satalkin, V. V. Trofimovych, Z. M. Romanova, V. M. Navrotskyi. K. : Knyzhkove vyd-vo NAU, 2006. 491 с.
 2. Rusilo P. O., Kostiuk V. V., Afonin V. M. Vplyv na dovkillia avtomobilnoho transportu na vsikh stadiiakh yoho zhyttievoho tsyклу. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2008. № 18(3). С. 85–89. ISSN 5-7763-2435-1.
 3. Dr. David McKeown. Air pollution burden of illness from traffic in Toronto. Toronto : Toronto Public Health, November 2007.
 4. Tatarchenko Halyna Analysis of urban air pollution. Monographic series «European Science» 2021. *Innovative technik und technologie, informatik, sicherheitssysteme, verkehrsentwicklung, architektur*. Chapter 20. Part 4. 188–195. DOI: 10.30890/2709-2313.2021-04-04-066.
 5. Tatarchenko Halyna City pollution from natural and anthropogenic emissions of carbon monoxide. *Modern engineering and innovative technologies*. February 2021. Issue № 15. Part 1. R. 90–98. DOI: 10.30890/2567-5273.2021-15-01-115.
 6. Sposib ochyshchennia zabrudnenoho povitria urbanizovanykh terytorii: deklaratsiinyi pat. na korysnu model № 147495, kl. V01D 53/00, B01D 53/78 (2006.01), V01J 19/24 (2006. 1). № u202008025; zaiavl. 15.12.2020; opubl. 12.05.2021, biul. № 19/2021 / Tatarchenko H. O., Biloshytskyi M. V., Tatarchenko Z. S., Biloshytska N. I.
 7. Kozii I. S., Hurets L. L., Trunova I. O., Kurbet T. V. Analiz hidrodynamichnykh i pylovlovliuiuchykh kharakterystyk aparata z provalnymy tarilkamy. *Visnyk ZhDTU. Ser. Tekhnichni nauky*. 2013. № 4 (67). S. 120–125. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/2461> (data zvernennia: 23.10.2019).
 8. Metodyka rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn ta parnykovykh haziv u povitria vid transportnykh zasobiv : Nakaz Derzhavnoho komitetu statystyky Ukrainy. № 452 vid 13.11.2008.
 9. Tatarchenko H. O., Kravchenko I. V., Pysarenko M. V., Porkuian S. L. Doslidzhennia zabrudnennia atmosferneho povitria vidpratsovanymy hazamy avtotransportu v miskomu seredovyshchi. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia*. 2019. № 8 (256). S. 99–104. DOI: 10.33216/1998-7927-2019-256-8-99-104
-

Tatarchenko H. O., Doctor of Engineering, Professor (Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

AIR PROTECTION OBJECTS OF CITY TERRITORIES

One of the main problems of environmental impact is air pollution by vehicle emissions. The average person consumes about 25 kg of air per day, any pollution can cause serious diseases. Previously, plants coped with a certain mass of pollutants (in the process of photosynthesis, accumulation of carbon, and other harmful elements), now the difference between pollution and purification is incomparably higher. Therefore, additional measures, such as treatment facilities, are needed to protect the air basin from anthropogenic impacts, especially along highways.

The proposed object of air protection, which relates to a method of reducing dust and nitrogen oxides in polluted air and can be used to clean the polluted air of urban areas, namely near urban highways from the most dangerous solid impurities and nitrogen oxides. The basis of the proposed treatment facility is a wet dust collector, which is characterized by high cleaning efficiency from a fine dust up to 2 μm and works on the principle of deposition of dust particles on the surface of the droplets under the action of inertia or Brownian motion. The introduction of ozone into the water flow of the structure promotes instant oxidation of the harmful gaseous component of nitric oxide and reduces its content to 70%. The proposed method provides a certain effect on the purification of air on urban highways, polluted by exhaust gases of vehicles, and does not require large material costs in its implementation.

The model of territorial distribution of zones of action of a treatment facility is calculated. The level of air pollution on highways, especially near regulated intersections, is one of the highest compared to the level of pollution near other sections of the road network, so there is a need to install two or more treatment facilities.

The main conditions of operation of the treatment facility in urban areas are given. The main prerequisite is the excess of air pollution in the main near-highway city territories, which varies depending on traffic and weather conditions. A sufficient condition is the availability of utilities and urban indicators.

Keywords: air protection; near-highway city territory; ozonation; construction; working conditions.

Татарченко Г. О., д.т.н., профессор (Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, Северодонецк, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев)

ОБЪЕКТЫ ЗАЩИТЫ ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ

В работе предложены объекты защиты воздушного бассейна городов примагистральных территорий путем очистки воздуха с использованием озоновых технологий. Приведена принципиальная схема установки, основа которой мокрый пылеулавливатель. Введение озона в поток воды сооружения способствует мгновенному доокислению вредной газовой составляющей оксида азота. Показана модель территориального распределения зон действия очистного сооружения и приведены основные условия работы очистного сооружения на городских территориях.

Ключевые слова: защита воздуха; примагистральные территории города; озонирование; сооружения; условия работы.
