

І.М. Петрушка<sup>1</sup>  
Я.В. Глуховецький<sup>1</sup>  
В.О. Мушинський<sup>1</sup>

## ВПЛИВ ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ НА ЗМІНУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

### **Анотація**

*Проведено аналіз впливу пилового забруднення атмосфери урбанізованих територій внаслідок військових дій на території України. Визначені основні аспекти розповсюдження пилу в атмосфері.*

**Ключові слова:** пилове забруднення, атмосфера, оксид карбону, оксид азоту.

### **Annotation**

*An analysis of the impact of dust pollution of the atmosphere of urbanized territories as a result of military operations on the territory of Ukraine was carried out. The main aspects of the distribution of dust in the atmosphere are determined.*

**Key words:** dust pollution, atmosphere, carbon dioxide, nitrogen oxide.

Атмосферне повітря є одним з основних компонентів довкілля, від якого залежить стан кліматичних умов, зокрема в Україні під час війни.

Забруднення повітря відбувається за рахунок природних та антропогенних джерел. До природних джерел відносяться пилові бурі, пожежі в лісах та степах, руйнування гір, виверження вулканів, космічний пил та інше. Разом з тим, значно більше забруднення відбувається за рахунок діяльності людини. Насамперед, це промислові підприємства, виробничі і побутові відходи, активне використання всіх видів транспорту, хімічних засобів у сільському господарстві, побутове забруднення – опалювання будинків, приготування їжі.

Серед забруднювачів – тисячі хімічних сполук, особливо важкі метали та оксиди, токсичні речовини та аерозолі. Так вуглеводні надходять у атмосферу і при спалюванні палива, від нафтопереробної та газовидобувної промисловості.

Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню водойм, водогонів і сільськогосподарської продукції (нітрати, пестициди і т.п.). Зростає забруднення атмосфери важкими металами і токсичними вуглеводнями. Атмосферу забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого у світі постійно збільшується. Токсичність відпрацьованих газів бензинових двигунів обумовлюється головним чином вмістом оксиду вуглецю та діоксиду азоту, а дизельних двигунів – діоксидом азоту та сажі.

Також повномасштабна війна на території України, яку розпочала російська федерація, активні воєнні дії, бомбардування та горіння об'єктів промисловості, енергетики, нафтобаз та лісів спричиняють утворення великих обсягів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Військові дії в Україні мають серйозні екологічні наслідки, серед яких одне з ключових місць займає пилове забруднення атмосфери. Пил може виникати в результаті руйнування інфраструктури, вибухів, пожеж та руху військової техніки. Пилове забруднення впливає на здоров'я людей, екосистеми та загальний стан атмосфери.

120 мільйонів тон оксиду карбону – стільки додаткових викидів спровокувала російська збройна агресія проти України», – зазначає Міністр захисту довкілля та природних ресурсів України Руслан Стрілець.

Основні аспекти впливу пилового забруднення на атмосферу в умовах військових дій:

1. **Погіршення якості повітря:** Під час вибухів, руйнування будівель, доріг та промислових об'єктів в атмосферу потрапляє велика кількість дрібнодисперсного пилу (PM2.5, PM10). Ці частинки можуть містити небезпечні речовини, такі як важкі метали, азбест та інші токсини, які погіршують якість повітря та становлять загрозу для здоров'я людей, викликаючи респіраторні та серцево-судинні захворювання.

2. **Глобальні зміни клімату:** Пил, що піднімається в атмосферу, може впливати на клімат, відбиваючи сонячне світло та змінюючи тепловий баланс атмосфери. Це може мати як локальні, так і глобальні наслідки, особливо у випадках тривалого військового конфлікту.

3. **Зміна біорізноманіття та стану ґрунтів:** Пил може осідати на рослинність, обмежуючи фотосинтез, що може призвести до загибелі рослин. Це порушує екосистеми та може спричинити ерозію ґрунтів, яка також посилюється через руйнування під час війни.

4. **Локальні аерозолі:** Військова техніка та вибухи також сприяють утворенню аерозолів, які можуть поширюватися на значні відстані, впливаючи на повітряні маси та спричиняючи кислотні дощі, що додатково загострює екологічні проблеми.

Отже, пилове забруднення внаслідок військових дій в Україні має як локальний, так і глобальний вплив на атмосферу, і для мінімізації його наслідків необхідні заходи як на державному, так і міжнародному рівнях.

Атмосфера має здатність до самоочищення. Проте від величезної кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу сьогодні, вона не встигає самоочищуватись. Залежно від компонента та індивідуальних особливостей організму під впливом різноманітних домішок у повітрі можуть виникати алергічні та подразливі реакції, а також розвиватися хронічні хвороби дихальної системи, новоутворення тощо. Особливо небезпечні для здоров'я людини сполуки: сірчистий ангідрид – діоксид азоту, сірчистий ангідрид – фенол, діоксид азоту – формальдегід.

До забруднення найбільш уразливою є дихальна система, оскільки в процесі дихання легені пропускають крізь себе повітря. Якщо в повітрі, яке потрапляє до організму людини, присутні домішки (зокрема, пил різного генезису), то такі частинки можуть осідати на поверхні альвеол та провокувати розвиток низки хвороб: ларингіту, ларинготрахеїту, фарингіту, хронічного бронхіту, бронхіальної астми, емфіземи або раку легень.

Розвиток гіпоксії або асфіксії може спровокувати завищений вміст азоту. Сполуки азоту зумовлюють розвиток емфіземи легень, звуження дихальних шляхів, набряк легень; діоксид сірки – розвиток хронічного й астматичного бронхіту, бронхіальної астми, емфіземи легень.

Присутність у повітрі домішок призводить до виникнення хвороб інших систем організму людини. Зокрема, свинець – порушення у роботі нервової та серцево-судинної систем; оксид вуглецю провокує безпліддя; шумове та електромагнітне забруднення викликають розлади слуху, порушення роботи мозку, швидку стомлюваність, захворювання серцево-судинної системи, знижують розумову працездатність тощо.

Найбільш негативним наслідком забруднення атмосфери є виникнення в організмі людини злоякісних новоутворень, канцерогенів та мутагенів, що може бути спричинено радіоактивним забрудненням або присутністю в повітрі інших хімічних речовин.

Фахівці вважають: щоб виправити ситуацію України, потрібно якнайшвидше ввести нові стандарти для промисловості, модернізувати застаріле обладнання і повністю перейти на нові екологічні енергозберігаючі технології. Також необхідно запровадити жорсткий контроль за якістю пального, що постачається і реалізується в Україні. Значно змінити ситуацію можна шляхом поетапного переходу від використання викопних видів палива (кам'яного вугілля, нафти та природного газу) до відновлюваної енергетики та нових технологій. Лише спільними зусиллями, за участі усіх гілок влади, підприємств, установ різних форм власності, громадських організацій і громадськості можна зменшити забруднення атмосферного повітря і берегти чисте повітря для майбутніх поколінь.

***Петрушка Ігор Михайлович*** – д.т.н., професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, e-mail: [igor.m.petrushka@lpnu.ua](mailto:igor.m.petrushka@lpnu.ua)

***Глуховецький Ярослав Володимирович*** – аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»

***Мушинський Володимир Олегович*** - аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»

***Petrushka Ihor M.*** - Dr. Sc, Professor, Head of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University, Lviv, e-mail: [igor.m.petrushka@lpnu.ua](mailto:igor.m.petrushka@lpnu.ua)

***Gluhovetskyi Yaroslav V.*** – postgraduate of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University

***Mushinsky Volodymyr O.*** – postgraduate of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, National University "Lviv Polytechnic"