

Смельянов В.О., Наседкін Є.І., Ольштинська О.П.,
Іванова Г.М., Митрофанова О.А.

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗПОДІЛУ МІДІ В ҐРУНТАХ, АТМОСФЕРНОМУ АЕРОЗОЛІ ТА ДНІПРОВСЬКІЙ ЗАВИСІ В МЕЖАХ ЗАПОРІЖЖЯ

Розглянуто результати багаторічних спостережень за розподілом важких металів, зокрема міді, у речовині седиментаційних потоків у атмосферному та водному середовищах. Дослідження було проведено співробітниками відділу сучасного морського седиментогенезу Інституту геологічних наук НАН України на території відділу панорамних акустичних систем Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України» (м. Запоріжжя). Технічна складова реалізації досліджень – безперервний відбір зразків еолової речовини з приземного шару повітря, вертикальних та горизонтальних атмосферних потоків, річкової зависі Дніпра та поверхневих ґрунтів узбережжя міста в межах визначених профілів. Лабораторні дослідження включали електронномікроскопічний аналіз проб натурного матеріалу, проведення мікроелементного, хімічного та гранулометричного аналізів. Паралельно проводилися безперервні спостереження за гідрометеорологічними факторами (швидкості, напрямки, тривалість вітрів, кількість опадів), що забезпечило комплексний підхід до опрацювання та узагальнення результатів досліджень.

Ключові слова: атмосферний аерозоль, ґрунти, важкі метали, мікроелементний склад, мідь.

Постановка проблеми. Тривалі періоди антропогенного навантаження на навколишнє середовище призводять до поступової деградації як природних екосистем, так і територій урбанізованих осередків. Ці зміни найконтрастніше проявляються в межах потужних індустріально-міських комплексів з тривалим терміном існування та функціонування промисловості.

Спостереження за станом і рівнем забруднення атмосфери важкими металами є невід'ємною частиною геоекологічного моніторингу у більшості країн світу [7, 10].

Сьогодні в Україні третина залізної руди та феросплавів, 11-12% агломерату, коксу, чавуну, сталі, прокату виробляється в Запоріжжі, що обумовлює інтенсивну емісію заліза та ряду мікроелементів в транзитні складові навколишнього середовища (поверхневі води прилеглих водойм, зокрема Дніпра та його місцевих притоків, атмосферне повітря) [5].

© Смельянов В.О., Наседкін Є.І., Ольштинська О.П., Іванова Г.М., Митрофанова О.А., 2021.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
Article Info: Received: March 30, 2021;
Final revision: April 20, 2021; Accepted: April 25, 2021.

Важкі метали природного і антропогенного походження в складі атмосферних аерозолів, шляхом гравітаційного осідання та разом із атмосферними опадами потрапляють на поверхню ґрунту і включаються в біологічні процеси в ланцюжку «ґрунт – вода – рослина – тварина – людина».

Метою даної публікації є скорочене викладення отриманої протягом тривалих натурних спостережень та лабораторних досліджень інформації щодо вмісту одного з найпоширеніших в компонентах навколишнього середовища Запоріжжя важкого металу – міді. Форма представлення матеріалів певним чином обмежується викладенням систематизованого фактажу, без ґрунтовних аналітичних узагальнень.

Матеріали і методи. Визначення ступеня впливу викидів металургійних підприємств на об'єкти навколишнього середовища, особливостей процесів емісії важких металів з різних типів джерел забруднення, закономірностей їх розподілу та акумуляції вимагає комплексного наукового підходу. Проведені спостереження, які реалізовувалися протягом чотирьох 2015-2019 років в межах міста Запоріжжя, включали збір зразків поверхневих ґрунтів міста, атмосферного аерозолу, дніпровської зависі та донних відкладів і подальші лабораторні та аналітичні дослідження розподілу заліза і важких металів в компонентах міського середовища.

Методика досліджень передбачала разовий відбір проб поверхневих ґрунтів (вертикальний інтервал 0-5 мм) за визначеним профілем «Заводський район» (техногенно найнавантаженіша ділянка території м. Запоріжжя) – фонові ділянка (територія Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України»). Відповідна відстань від найбільших промислових об'єктів до моніторингової ділянки, на якій проводилися дослідження, становить 8-9 км.

В межах фонові ділянки також відбувався безперервний багаторічний відбір атмосферної та водної зависі за допомогою спеціально розроблених седиментаційних пасток із щомісячним вилученням накопиченої речовини на лабораторні аналізи.

Конструкція пристрою для відбору атмосферної зависі забезпечувала рівномірний відбір твердих частинок з атмосферних потоків та мінімізацію їх втрат завдяки можливості обертатися, весь час утримуючи фільтр в контакт з атмосферними потоками. Подвійний фільтр для аерозолу представляв собою поліамідну сітку «млиновий газ» з діаметром пор 0,03 мм та поліпропіленовий голкопробивний геотекстиль, що слугував бар'єром для повторного винесення вітром вже осілої речовини з пастки. Після щомісячної заміни фільтрувальної тканини зразки речовини відділялись від фільтра, просушувались, зважувались, і розподілялись на різні види лабораторних досліджень.

Безперервний багаторічний відбір дніпровської зависі проводився також в межах фонові ділянки, з причалу Державної установи «Науковий гідрофізичний центр НАН України» на глибині 1,5 м. При цьому використовувався варіант найпростіших седиментаційних пасток, виготовлених з пластикових труб діаметром 100 мм, матеріалом для дна седиментаційного стакана, де безпосередньо відбувається накопичення зависі, слугує герметично закріплена верхня частина прозорої дволітрової пластикової пляшки. Проби, що вилучались раз в місяць з пасток, відстоювались, сифонувались, просушувались, зважувались, і розподілялись в подальшому на різні види лабораторних досліджень.

Комплекс лабораторних досліджень включав електронно-мікроскопічний аналіз сухих проб ґрунтів суходолу, річкової завислої речовини та атмосферного аерозолю, а також виконання мікроелементного, хімічного та гранулометричного аналізу на сертифікованому устаткуванні низки наукових та освітніх установ.

Результати досліджень засвідчили суттєві перепади валового вмісту елементу в різних компонентах навколишнього середовища, при цьому найбільші концентрації міді спостерігались в завислій речовині «транзитних середовищ» – атмосферному аерозолі та річковій зависі (рис. 1).

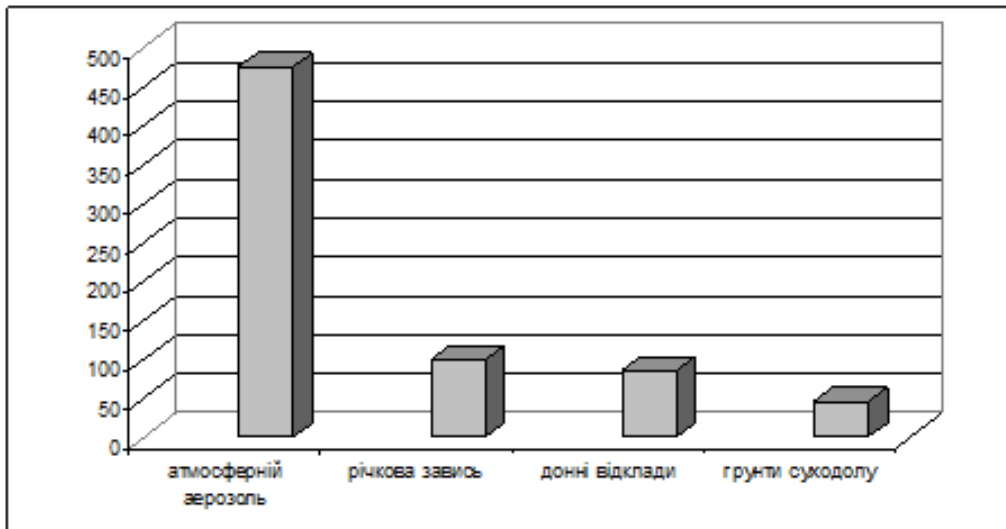


Рис. 1. Розподіл середніх багаторічних концентрацій міді в речовині проб атмосферного аерозолю, річкової зависі, донних відкладів та ґрунтів суходолу (валовий вміст, мг/кг)

Кореляційний аналіз зв'язків розподілу концентрацій міді в ґрунтах з відповідними показниками заліза, мангану та низки важких металів засвідчив лише незначний позитивний зв'язок з розподілом олова. Також відмічена суттєва кореляція (0,7) розподілу елементу з вмістом пелітової складової (<0,001 – 0,01 мм) в поверхневих ґрунтах. Визначення кількісних зв'язків розподілу міді з хімічним складом ґрунтів (в оксидах) в точках опробування засвідчило незначний позитивний зв'язок Cu з Al_2O_3 та від'ємний з Fe_2O_3 .

Електронномікроскопічний аналіз мінеральної складової поверхневих ґрунтів визначив прив'язку елемента як до фрагментів породи, так і агрегованих утворень 43дрібно алевритової розмірності. На рис. 2 представлено фрагменти зерен, складених оксидами заліза з мікродомішками марганцю і міді (Mn, Cu).

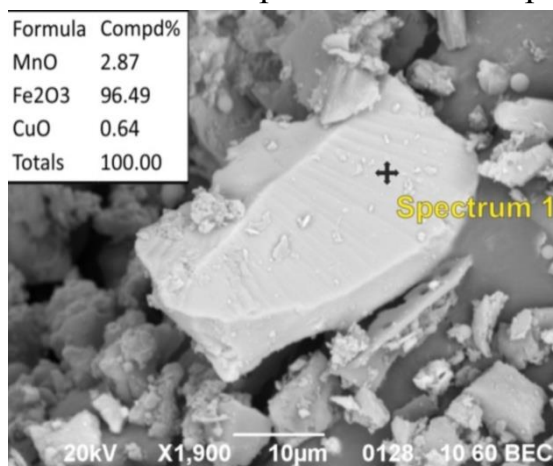


Рис. 2. Електронномікроскопічні знімки та хімічний склад фрагменту проби (в оксидах)

В цілому, визначення валового вмісту міді, як фактору ємності, що вказує на загальну забрудненість об'єктів навколишнього середовища, засвідчило невисокий кількісний показник техногенного навантаження на поверхневі ґрунти та донні відклади в межах міста, невисокі перепади концентрацій для різних, в тому числі техногенно навантажених, ділянок Запоріжжя.

Головним природним джерелом розповсюдження Cu вважається вітровий пил, мідь також має високий коефіцієнт вимивання осадками з атмосферного середовища [9]. 80% маси міді, що надходить з атмосфери – водорозчинна форма [2]. Коефіцієнт концентрації міді в атмосферних аерозолях відповідає середній інтенсивності збагачення і складає $K_a = 10-50$ [4], що в цілому відповідає даним наших моніторингових досліджень минулих років. У приземному шарі повітря над областями, вільними від промислових викидів, мідь складає друге місце за вмістом низки важких металів після цинку [4]: $Zn \rightarrow Cu \rightarrow Cr \rightarrow Pb \rightarrow V \rightarrow Ni \rightarrow As$. Потоки антропогенної міді в атмосферу перевищують надходження природної, за даними різних авторів, від 3 [6] до 7 [8] разів.

Головним природним джерелом розповсюдження Cu вважається вітровий пил, мідь також має високий коефіцієнт вимивання осадками з атмосферного середовища. Потоки антропогенної міді в атмосферу перевищують надходження природної, за даними різних авторів, в декілька разів [1, 4, 8]. Визначення спільних рис в розподілі концентрацій Cu в атмосферній речовині в часі в межах спостережної ділянки за весь період досліджень та низкою інших показників засвідчило позитивні значення кореляційних зв'язків з розподілом заліза. Для проб еолової речовини коефіцієнт кореляції між Cu та Fe сягає показника 0,7 що є показовою величиною спільної залежності розподілу обох елементів

від певних природних чи антропогенних впливів. З метою визначення можливих факторів впливу було проведено дослідження зв'язку між часовим розподілом концентрацій елементу в аерозолі та низкою синоптичних показників – напрямків вітрів, швидкостей вітрів, атмосферних опадів, а також розмірністю еолової речовини, розподілом основних компонентів її хімічного складу. Аналіз даних засвідчив, що єдиним значущим фактором, з величиною кореляційного зв'язку 0,7, було часове співвідношення між щомісячним розподілом вмісту міді в атмосферній речовині (зведені дані за період досліджень) та багаторічними даними щомісячної кількості днів з опадами.

Вміст міді в аерозолях в середньому за весь період досліджень складав 460 мг/кг, з максимальним вмістом в жовтні-листопаді 2015 року (910 мг/кг), мінімальним – 256 мг/кг – в серпні-вересні того ж року. В розподілі елементу в атмосферному середовищі протягом року (зведені дані за період досліджень) слід окреслити показову тенденцію – зменшення вмісту в літній та зимовий періоди, та помітне збільшення – навесні та восени. При цьому ні з вагою речовини, ні з її розмірністю кореляційний аналіз значущих зв'язків не дав. Досить нерівномірний розподіл середньорічних концентрацій елементу спостерігався і для окремих років протягом періоду спостережень (рис. 3).

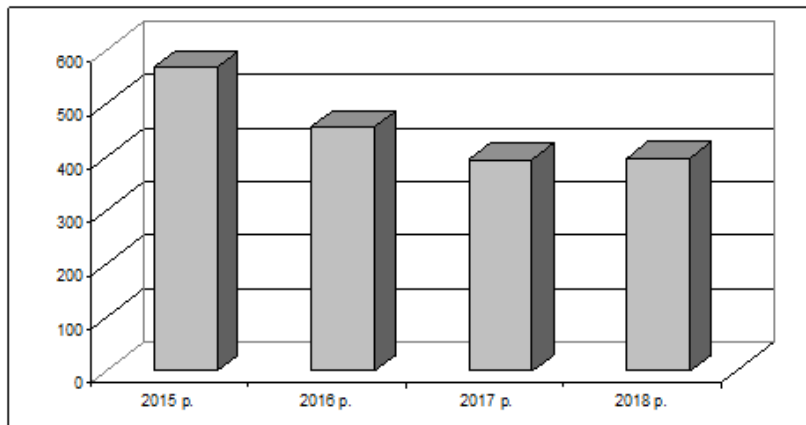


Рис. 3. Розподіл середньорічних концентрацій міді в речовині проб атмосферного аерозолю для окремих років періоду спостережень (валовий вміст, мг/кг)

Аналітичні дослідження особливостей розподілу елементу в пробах річкової завісі Дніпра в районі спостережень засвідчили середню концентрацію елементу на рівні 100 г/т за весь період досліджень, при цьому суттєві перепади коливань вмісту Си визначались не стільки змінами значень протягом року, скільки показниками різних років (рис. 4). Зокрема, за 2015 рік середня концентрація елементу склала 167 г/т при максимальній (жовтень-листопад) – 283 г/т, 2016 рік, відповідно – 86 при максимумі – 103 г/т (червень-липень).

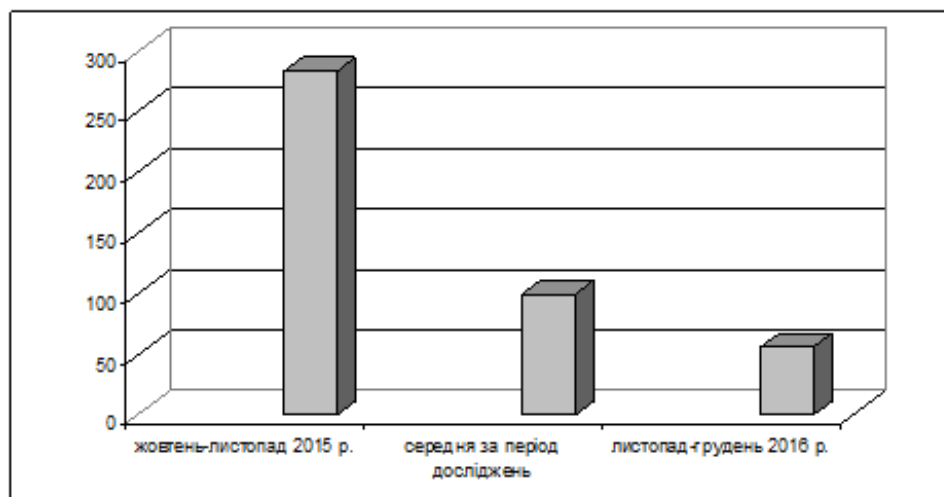


Рис. 4. Розподіл концентрацій міді в речовині проб дніпровської завісі для окремих періодів спостережень (валовий вміст, мг/кг)

Висновки. В цілому, викладені результати досліджень дозволили визначити ряд існуючих закономірностей розподілу міді в приземному повітрі м. Запоріжжя, завислій речовині та донних відкладах Дніпра, поверхневих ґрунтах міста. Також було окреслено шляхи ідентифікації джерел викидів за комплексом мінералогічних, морфологічних, хімічних, гранулометричних характеристик частинок атмосферної та річкової завісі та зв'язку з ними вмісту елементу. Це відкриває можливість в подальшому, в разі накопичення достатньої кількості матеріалу, створення ефективної системи оцінки впливу певних виробничих процесів на розподіл міді в різних складових природного середовища міста.

Література

1. Бурцева Л.В., Конькова Е.С. Оценка загрязнения атмосферы медью в фоновых районах Европы. *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. 2020. Т. XXXI, № 1-2. С. 14–29.
2. Добровольский В.В. Глобальные циклы миграции тяжелых металлов в биосфере // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. 1988. С. 4–13.
3. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 271 с.
4. Добровольский В.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. 1980. С. 3–12.
5. Металургійна_промисловість_України [Електронний ресурс]. Електр. текстові дані. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Металургійна_промисловість_України
6. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 286 с.
7. Ровинский Ф., Буянова Л. Мониторинг фоновое состояние окружающей природной среды в Восточно-Европейском регионе. *Проблемы фоновое мониторинга состояние природной среды*. 1982. Вып. 1. С. 5–11.
8. Савенко В.С. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы. *Итоги науки и техники – охрана природы и воспроизводство ресурсов*. 1991. Т. 31. 212 с.
9. Савенко В.С. Роль эолового терригенного материала в осадкообразовании. *Литология и полезные ископаемые*. 1988. №1. С. 29–40.

10. Torseth K., Aas W., Breivik K. Introduction to the European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) and observed atmospheric composition change during 1972-2009. *Atmos. Chem. Phys.* 2012. Vol. 12. P. 5447–5481.

Summary

Yemeljanov V.O, Nasedkin Ye. I., Olshtynska O.P., Ivanova G.M., Mytrofanova O.A. **Geocological Aspects of Copper Distribution in Soils, Air Aerosol and Dnipro Suspension Within Zaporizhzhia City.**

Article presents results of 4-year observations (2015-2019) of the distribution of heavy metals, in particular copper, in the matter of sedimentation flows in the atmospheric and aquatic environments. Investigations were carried out by researchers of the Department of Modern Marine Sedimentogenesis of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine on the territory of the department of panoramic acoustic systems of the State Institution "Scientific Hydrophysical Center of the National Academy of Sciences of Ukraine" (Zaporizhzhia city). Research material was: solid component of atmospheric aerosol sampled from horizontal and vertical air flows; river suspended matter and coastal soils. Laboratory studies included electron microscopic analysis of natural material samples, microelemental, chemical and textural analysis. Parallel continuous observations of hydrometeorological factors (speeds, directions and duration of winds, precipitation) were carried out, that provided comprehensive approach to processing and generalization of research results. Dependence of copper concentration (in different environments) from weather conditions are presented in the article.

Presented research results allowed to determine a number of existing patterns of copper distribution in the near-surface air of Zaporizhzhia city, suspended matter and bottom sediments of the Dnieper, the surface soils of the city. Mineralogical, morphological, chemical and granulometric characteristics of particles of air and river suspension allowed identifying the sources of emissions and dependence of copper concentration on those sources. Continuation of such investigations will create an effective system for assessing the impact of certain production processes on the distribution of copper in various components of the natural environment of Zaporizhzhia city.

Keywords: air aerosol, soils, heavy metals, trace element composition, copper.

УДК 631.4:627.152.153](477:292.452)

DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.4782591>

Наконечний Ю.І., Войтків П.С.

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ҐРУНТІВ ЗАПЛАВИ РІКИ СТРИЙ У МЕЖАХ ГІРСЬКОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Вперше в заплаві р. Стрий у межах гірської частини Українських Карпат проведено комплексне вивчення заплавних ґрунтів, зокрема, виконано польові дослідження з вивчення морфологічних особливостей генетичних горизонтів цих ґрунтів. Встановлено, що серед всього різноманіття алювіальних ґрунтів на території заплави річки Стрий у межах території досліджень поширені лише алювіальні дернові ґрунти, що є закономірно, оскільки територія досліджень знаходиться недалеко від витоків річки, тому заплава цієї річки є відно-

© Наконечний Ю.І., Войтків П.С., 2021.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
Article Info: Received: March 30, 2021;
Final revision: April 2, 2021; Accepted: April 15, 2021.