

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТІВ м. МАРІУПОЛЬ

Ю.Ю. Войтюк¹, І.В. Кураєва¹, В.Й. Манічев², С.П. Кармазиненко³

1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, 03680, просп. акад. Палладіна, 34, Київ 143, Україна

2 – Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, 03680, просп. акад. Палладіна, 34-а, Київ, Україна

3 – Інститут географії НАН України, 01034, вул. Володимирська, 44, Київ, Україна

Проведено еколого-геохімічні дослідження ґрунтів м. Маріуполь. Встановлено закономірності латерального розподілу важких металів за допомогою еколого-геохімічного картування території досліджень. Дана оцінка стану ґрунтового покриву за сумарним показником забруднення.

Ключові слова: ґрунти, важкі метали, латеральний розподіл.

Вступ. Місто Маріуполь Донецької області посідає перше місце в Україні за значенням індексу забруднення атмосфери, а за рейтингом Держкомстату – друге місце після Кривого Рогу за критичністю екологічного стану довкілля [10]. Найбільшими постачальниками забруднення компонентів природного середовища м. Маріуполь є підприємства чорної металургії – ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча» («ММК ім. Ілліча») та ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь» (МК «Азовсталь») [10], що обумовлює необхідність проведення комплексних еколого-геохімічних досліджень на регіональному та об'єктовому рівнях з метою оцінки забрудненості ґрунтового покриву важкими металами.

Останнім часом з'явилася низка робіт українських вчених, що присвячені еколого-геохімічним дослідженням компонентів навколишнього природного середовища Донецького регіону і безпосередньо міста Маріуполь: В.І. Агаркова та ін. [1], Т.П. Волкової [5, 6], С.В. Грищенко та ін. [7, 8], М.А. Поживанова [13], А.І. Сафонова [16] та ін. Проте комплексну еколого-геохімічну оцінку стану ґрунтового покриву м. Маріуполь досі не зроблена.

Мета роботи – на основі еколого-геохімічних даних дати оцінку стану ґрунтового покриву м. Маріуполь і встановити особливості латерального розподілу важких металів у ґрунтах міста.

Методика досліджень. Проведено відбір проб ґрунту відповідно до вимог ГОСТ 17.4.4.02-84 з інтервалів 0–5 см та 5–10 см [12]. Концентрації хімічних елементів у пробах визначено за допомогою методів атомно-емісійного спектрального ана-

лізу на спектрографі СТЕ-1 та атомно-абсорбційного аналізу на спектрофотометрі КАС-115 [14].

Розрахунок коефіцієнтів концентрації та еколого-геохімічну оцінку за сумарним показником забруднення здійснено за методикою Ю.Ю. Саєта [15]. Карти розподілу важких металів у ґрунтах побудовано у програмі *MapInfo 9* за методичними рекомендаціями Н.К. Андросової для побудови середньомасштабних карт [2].

Результати та обговорення. У ґрунтовому покриві території досліджень переважають малогумусні чорноземи звичайні на лесових породах. Ґрунти території досліджень належать до кальцієвого класу геохімічних ландшафтів з переважною здатністю до акумуляції важких металів, із вмістом гумусу 3,1–5 % і рН – 6,6–7,5) [11].

Попередні роботи з оцінювання еколого-геохімічного стану об'єктів довкілля (ґрунтів, ґрунтової мікробіоти та рослинності) зон впливу підприємств чорної металургії м. Маріуполь [3, 4] дозволили зробити висновок, що ця територія характеризується значним рівнем техногенного навантаження. Встановлено, що внаслідок аерогенних викидів підприємств чорної металургії змінюються фізико-хімічні та мінералогічні властивості ґрунтів. Відбувається зменшення рН поверхневого шару ґрунту, катіонно-обмінної ємності та буферної здатності ґрунтів. Особливістю ґрунтів, визначеною впливом підприємств чорної металургії, є підвищений вміст оксидів заліза (у 2,6–6,0 рази), мангану (у 1,6–4,7 рази) та кальцію (у 2–2,7 рази) у порівнянні з фоновими ділянками [3, 4].

Для оцінки еколого-геохімічного стану ґрунтів м. Маріуполь на даному етапі досліджень було проведено картування території міста (інт. ґрунту 0–5 см та 5–10 см) і встановлено закономірності розподілу важких металів у ґрунтах.

Інтерпретація геохімічної інформації виконана з урахуванням фонових концентрацій важких металів у ґрунтах, що визначені для експериментальної ділянки у с. Мелекіне та гранично допустимих концентрацій (ГДК) (таблиця).

Встановлено, що геохімічні асоціації важких металів у ґрунтах м. Маріуполь представлені такими елементами: інтервал ґрунту 0–5 см – $Pb_{14,4} > Cu_{8,8} > Zn_{5,3} > Cr_{4,3} > Mn_{3,5}$; інтервал ґрунту 5–10 см – $Pb_{16} > Cu_{13} > Cr_{4,6} > Mn_{3,4} > V_{3,2}$. Виконано статистичну обробку отриманих даних. Для техногенних аномалій розподіл важких металів характеризується дуже високими значеннями стандартного відхилення [15]. Для фонових ділянок ця величина незначна, адже ґрунти, що сформовані на одній ґрунтоутворювальній породі і не зазнають антропогенного впливу, мають більш рівномірний розподіл важких металів, ніж техногенно забруднені. Найбільші значення стандартного відхилення мають Mn, Pb, Zn, Cu, Cr, що дає підставу охарактеризувати ці елементи як привнесені у ґрунти внаслідок техногенних викидів.

Проведені дослідження дозволили охарактеризувати розподіл важких металів, які входять у геохімічні асоціації. Особливості розподілу деяких з них наведено нижче.

Свинець. Регіональний фон цього елемента для ґрунтів території досліджень – 18 мг/кг. Серед-

ній валовий вміст свинцю у ґрунтах м. Маріуполь (горизонт 0–5 см) становить 259 мг/кг, що перевищує фонове значення у 14 і ГДК у 8 разів.

У м. Маріуполь виділено дві техногенні аномалії свинцю у ґрунтах (інтервал 0–5 см). Перша у районі Садки, що знаходиться північніше МК “Азовсталь”, де валовий вміст свинцю становить 10000 мг/кг, що у 556 разів перевищує фонове значення і у 312 – ГДК. Друга техногенна аномалія розташована поблизу залізничного вокзалу м. Маріуполь, валовий вміст свинцю досягає 1000 мг/кг, що перевищує фонове значення у 56 разів і у 31 – ГДК. Мінімальне значення свинцю у цьому ґрунтовому горизонті становить 40 мг/кг, що перевищує регіональний фон майже у 2 рази.

Середній валовий вміст свинцю у інт. 5–10 см становить 288 мг/кг, що перевищує фонове значення у 16 разів і ГДК у 9 разів. У даному горизонті ґрунту виділено дві техногенні аномалії свинцю. Перша техногенна аномалія (як і у шарі 0–5 см) локалізована у районі Садки, де валовий вміст свинцю становить 10000 мг/кг, що у 556 разів перевищує фонове значення і у 312 ГДК. Друга аномалія характерна для західної частини міста, валовий вміст свинцю становить 4000 мг/кг, що перевищує фонове значення у 222 рази і ГДК у 125 разів. Мінімальне значення свинцю для цього горизонту становить 20 мг/кг, що наближено до фонового рівня.

Валовий вміст важких металів у ґрунтах м. Маріуполь, мг/кг

Елемент	Інтервал опробування 0–5 см (n = 87)		Інтервал опробування 5–10 см (n = 87)		Фонове значення (n = 38)	ГДК [9]
	Med (Min – Max)	σ	Med (Min – Max)	σ		
Mn	1772 (400–10000)	1330	1706 (300–5000)	1085	500	1500
Ni	89 (30–200)	41	100 (30–250)	47	32	20
Co	10 (3–20)	5	12 (4–30)	6	5	
V	179 (30–400)	91	186 (30–600)	105	60	
Cr	214 (40–500)	118	231 (40–600)	119	50	100
Mo	2 (1–6)	1	3 (1–10)	1	2	
Cu	175 (20–2000)	315	261 (20–4000)	553	20	33
Pb	259 (40–10000)	1066	288 (20–10000)	1136	18	32
Zn	413 (30–4000)	720	187 (30–800)	170	78	55
Sn	6 (2–20)	3	6 (2–20)	3	2	



Карта-схема сумарного показника забруднення (Z_c) ґрунтів м. Маріуполь, інтервал, см: *a* – 0–5 [3], *б* – 5–10. Поля за значенням Z_c : біле – 0–32, світло-сіре – 32–128, темно-сіре – 128–600

Мідь. Регіональний фон міді для ґрунтів території досліджень – 20 мг/кг. Проте внаслідок постійного надходження міді в результаті діяльності підприємств чорної металургії і здатності поверхневого шару ґрунту до акумуляції міді, вміст її у ґрунтах міста збільшився.

Середній валовий вміст міді у ґрунтах м. Маріуполь (інт. 0–5 см) становить 175 мг/кг, що перевищує фонове значення у 9 разів, а ГДК – у 5. В результаті еколого-геохімічного картування було виділено дві техногенні аномалії міді у поверхневому шарі ґрунту (інт. 0–5 см). Перша розташована північніше комбінату “Азовсталь”, друга – у центральній частині міста. Валовий вміст міді у визначених техногенних аномаліях досягає 2000 мг/кг, що перевищує фонове значення у 100 разів і ГДК – у 60.

Середнє значення валового вмісту міді у горизонті ґрунту 5–10 см становить 261 мг/кг, що перевищує фонове значення у 13 разів і ГДК у 8 разів. Підвищений вміст міді у горизонті 5–10 см по відношенню до горизонту 0–5 см свідчить про те, що мідь здатна мігрувати по ґрунтовому розрізу і акумулюватися на глибині. У деяких випадках вміст міді у горизонті ґрунту 5–10 см досягає надзвичайно високих значень – до 4000 мг/кг, що перевищує фонові величини у 200 разів і ГДК у – 120. Така техногенна аномалія зафіксована у ґрунтах східної частини міста. Ще одна техногенна аномалія відмічена у південно-східній частині “ММК ім. Ілліча”, де валовий вміст міді досягає 2500 мг/кг.

Слід зазначити, що майже вся територія міста забруднена цим важким металом. Валовий вміст міді у ґрунтах, що дорівнює фоновому значенню для м. Маріуполь, зафіксовано лише в одній точці, що знаходиться у південно-західній частині міста, де розташований ряд санаторіїв (санаторій “Азовсталець”, дитячий лікувальний санаторій “Орленок” та ін.).

Цинк. Регіональне фонове значення цинку для ґрунтів території досліджень – 78 мг/кг. Середній валовий вміст цинку у ґрунтах м. Маріуполь (інт. 0–5 см) становить 413 мг/кг, що перевищує регіональне фонове значення у 5 разів і ГДК у 7 разів. У горизонті ґрунту 0–5 см виявлено три техногенні аномалії цинку. Одна в південній частині “ММК ім. Ілліча” з валовим вмістом цинку в ґрунтах 4000 мг/кг, що перевищує фонове значення у 51 раз, дві інші у центральній і східній частині міста з вмістом цинку в ґрунтах 3000 мг/кг, що перевищує фонове значення у 38 разів. Найбільш забруднені цим важким металом ґрунти (інт. 0–5 см) районів Жовтневий, Орджонікідзе, а

також північно-західна частина міста. Значення вмісту цинку, що дорівнюють фоновим або менші за них, зафіксовані лише у східній частині міста.

Середній валовий вміст цинку у ґрунтах м. Маріуполь (інт. 5–10 см) становить 187 мг/кг, що перевищує регіональне фонове значення у 2 рази і ГДК у 3 рази. У горизонті ґрунту 5–10 см валові значення цинку значно зменшуються. Це свідчить про те, що накопичення цинку зазвичай відбувається у поверхневих горизонтах ґрунтів. Максимальне значення вмісту цинку для інтервалу ґрунту 5–10 см становить 800 мг/кг, що більше фоновому у 10 разів. З таким значенням зафіксовано дві техногенні аномалії. Одна у західній частині міста (поблизу населеного пункту Старий Крим), друга – у південній частині комбінату “Азовсталь”. Вміст цинку у ґрунтах південно-західної та південно-східної частини міста (інт. 5–10 см) на рівні фонових величин.

Хром. Фоновий вміст хрому для ґрунтів території досліджень – 50 мг/кг. Середній вміст хрому в горизонті ґрунту 0–5 см м. Маріуполь становить 214 мг/кг, що перевищує фонове значення у 4 і ГДК у 2 рази. Було виявлено чотири техногенні аномалії за вмістом хрому в ґрунтах (інт. 0–5 см) валовий вміст хрому в яких досягає 450–500 мг/кг, що перевищує фонове значення у 9–10 разів і ГДК у 5 разів. Дві аномалії розташовані у санітарно-захисних зонах підприємств чорної металургії: перша у північній частині комбінату “Азовсталь”, та у північно-східній частині комбінату ім. Ілліча. Ще дві зафіксовано у селітебній зоні м. Маріуполь. Техногенна аномалія з перевищенням фоновому значення у 7 разів і ГДК у 3,5 рази розташована у східній частині міста, де знаходяться сільськогосподарські угіддя. Слід відмітити, що майже вся територія міста крім південної частини, забруднена цим елементом.

Аналіз розподілу хрому в горизонті 5–10 см дозволив виділити техногенні аномалії, для яких характерне перевищення фонових значень у 9–12 разів і ГДК у 4,5–6 разів. Локалізації аномалій двох досліджених горизонтів просторово співпадають. Значення вмісту хрому, що дорівнюють або менші за фонові, характерні для південної частини міста.

Результати еколого-геохімічних досліджень і картування території м. Маріуполь дали змогу виявити техногенні геохімічні аномалії, де значення валового вмісту важких металів у ґрунтах значно вищі від фонових величин та ГДК.

На основі розрахованих коефіцієнтів концентрації було визначено сумарні показники

забруднення (Z_C) для ґрунтів м. Маріуполь, що є важливим критерієм для оцінки поліелементного забруднення ґрунтів. Сумарний показник забруднення ґрунтового покриву міста (інт. 0–5 см) – від 3 до 581, середнє значення – 38, в інтервалі 5–10 см – від 3 до 591, середнє значення – 43. За середнім значенням сумарного показника забруднення поверхневї горизонти ґрунтів характеризуються високим (небезпечним) рівнем забруднення. Максимальні значення Z_C вказують на дуже високий (надзвичайно небезпечний) рівень забруднення територій, що належать до зон впливу підприємств чорної металургії (рисунки).

Висновки. На основі даних еколого-геохімічного картування ґрунтів м. Маріуполь встановлено, що ореоли розсіювання важких металів знаходяться не лише в санітарно-захисних зонах підприємств чорної металургії, але і в селітебних.

Еколого-геохімічні асоціації поверхневого горизонту ґрунтів м. Маріуполь (інтервали 0–5 та 5–10 см) представлені Pb, Cu, Zn, Cr, Mn, V. Визначено, що важкі метали по-різному закріплюються у інтервалах ґрунту 0–5 та 5–10 см. Цинк міцно фіксується у поверхневому горизонті чорноземних ґрунтів міста. Середнє значення цинку у ґрунтах м. Маріуполя у 2,2 рази вище ніж у інт. 0–5 см, ніж у інт. 5–10 см. Хром та свинець здатні мігрувати по ґрунтовому розрізу. Мідь акумулюється у горизонті ґрунту 5–10 см.

Оцінка еколого-геохімічного стану ґрунтів м. Маріуполь за сумарним показником забруднення (Z_C) дозволила встановити, що ґрунти міста характеризуються високим (небезпечним) рівнем забруднення. У зонах впливу підприємств чорної металургії рівень забруднення ґрунтів досягає дуже високого (надзвичайно небезпечного).

Література

1. Азарков В.И., Грищенко С.В., Грищенко В.П. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк : Донеччина, 2001. – 164 с.
2. Андросова Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование (Геоэкологическое картирование): учебное пособие. – М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2000. – 98 с.
3. Войтюк Ю.Ю. Геохімічні закономірності розподілу важких металів у об'єктах довкілля під впливом підприємств чорної металургії : Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.02. – К., 2013. – 22 с.
4. Войтюк Ю.Ю., Кураєва І.В., Самчук А.І., Маничев В.Й. Вплив діяльності підприємств чорної металургії на вміст і форми знаходження важких металів у об'єктах навколишнього середовища // Мінерал. журн. – 2011. – 33, № 3. – С. 77–83.
5. Волкова Т.П., Попова Ю.С., Волкова К.В. Аналіз та оцінка впливу промислових підприємств на забруднення ґрунтів Донецької області // Зб. доп. “Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів”. – Донецьк. : ДонНТУ, 2005. – Т. 2. – С. 23–30.
6. Волкова Т.П., Попова Ю.С., Омельченко А.А. Эколого-геологическая характеристика особенностей накопления химических элементов в почвах Приазовья // Наукові праці ДонНТУ, Серія гірничо-геологічна. – 2005. – Вып. 96. – С. 84–90.
7. Грищенко С.В., Іщейкіна Ю.О. Вплив накопичення важких металів у навколишньому середовищі та організмі людини на частоту захворювань системи кровообігу // Вісн. пробл. біол. і медицини. – 2009. – Вып. 3. – С. 49–55.
8. Грищенко С.В., Степанова М.Г., Коровина В.П. та ін. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения почв населенных мест Донецкой области // Вестник гигиены и эпидемиологии. – Донецьк. – 2001. – 5, № 2. – С. 168–171.
9. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.О. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде : справочн. изд. – М. : Химия, 1989. – 368 с.
10. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
11. Національний атлас України / гол. ред. Л.Г. Руденко ; Ін-т геогр. НАН України [та ін.]. – К. : Картографія, 2007. – 440 с.
12. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02 84. – [действ. от 1986.01.01]. – М. : Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
13. Поживанов М.А. Колокол звонит и по тебе (Катастрофу можно отменить – 2). – К., 2014. – 218 с.
14. Русанов А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов. – М. : Недра, 1971. – 360 с.
15. Саєт Ю.Е. и др. Геохимия окружающей среды. – М. : Недра, 1990. – 325 с.
16. Сафонов А.І. Фітоіндикація забруднення важкими металами антропогенно трансформованого середовища Донбасу: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. – Дніпропетровськ, 2004. – 21 с.

Voitiuk Ju.Ju., Kuraeva I.V., Manichev V.I., Karmazinenko S.P. Environmental and geochemical researches of soils of Mariupol. Ecological and geochemical studies of soils of Mariupol were conducted. Regularities of the lateral distribution of heavy metals using the eco-geochemical mapping of the study area were established. Assessment of soil on total pollution index was given.

Key words: soil, heavy metals, lateral distribution.

Войтюк Ю.Ю., Кураєва І.В., Маничев В.И., Кармазиненко С.П. Эколого-геохимические исследования почв г. Мариуполь. Проведены эколого-геохимические исследования почв г. Мариуполь. Установлены закономерности латерального распределения тяжелых металлов с помощью эколого-геохимического картирования территории исследований. Дана оценка состояния почвенного покрова по суммарному показателю загрязнения.

Ключевые слова: почвы, тяжелые металлы, латеральное распределение.

Надійшла 19.06.2014.