

РУХОМІ ФОРМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТОВИХ ВІДКЛАДАХ ЗАБРУДНЕНИХ В РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ

І. В. Кураєва¹

доктор геологічних наук

Т. О. Кошлякова¹

доктор геологічних наук

О. В. Дерюгіна¹

провідний інженер

О. Т. Азімов²

доктор геологічних наук

Л. В. Лемеш¹

провідний інженер

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, 03142, м. Київ, просп. Акад. Палладіна, 34

²ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", 01054, м. Київ, вул. Олесь Гончара, 55-б

В роботі були дослідженні ґрунти зони бойових дій м. Буча та м. Охтирка. Визначено валовий вміст мікроелементів, а також їх рухомі форми. Середній валовий вміст важких металів у ґрунтах досліджуваних територій перевищує природний геохімічний фон. Середні значення концентрацій рухомих форм за всіма елементами у зразках ґрунту м. Буча та м. Охтирка нижче рівня гранично допустимих концентрацій (ГДК), але перевищують фонові показників.

Ключові слова: ґрунти, важкі метали, рухомі форми.

MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN SOIL DEPOSITS CONTAMINATED AS A RESULT OF COMBAT OPERATIONS

I. V. Kuraeva¹

Doctor of Geological Science

T. O. Koshliakova¹

Doctor of Geological Science

E. V. Deriuhina¹

Leading Engineer

O. Azimov²

Doctor of Geological Science

L. Lemesh¹

Leading Engineer

¹M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS Ukraine

²Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

The work investigated the soils of the combat zone of Bucha and Okhtyrka cities. The gross content of trace elements, as well as their mobile forms, was determined. The average gross content of heavy metals in the soils of the studied territories exceeds the natural geochemical background. The

average values of the concentrations of mobile forms for all elements in the soil sample of Bucha and Okhtyrka are below the maximum permissible concentrations (MPC), but exceed the background indicators.

Keywords: soils, heavy metals, mobile forms.

Екологічна ситуація, яка зложилась в Україні в результаті військової діяльності, визиває необхідність проведення постійного ґрунтового-геохімічного моніторингу. З дослідженням геохімії важких металів в ґрунтових відкладах тісно пов'язані проблеми виявлення техногенних аномалій, особливо в теперішній час в результаті проведення бойових дій на території України. Негативна дія цих аномалій потребує дослідження захисних властивостей ґрунтів до забруднення їх важкими металами. Для цього необхідно визначити показники рухомості хімічних елементів в ґрунтах з подальшою їх можливістю переходу в суміжні середовища, насамперед в рослинне, а також в ґрунтові та підземні води.

Авторами були досліджені рухомі форми окремих мікроелементів у найпоширеніших типах ґрунтів м. Буча (Київська обл.) - дерново-середньопідзолисті оглеєні та м. Охтирка (Сумська обл.) - чорноземи типові. Ці території були обрані на основі інформації, яка вказує на те, що вони були зоною активних бойових дій [1]. Проби ґрунту відбирали з верхнього гумусного горизонту відповідно до ДСТУ 4287:2004. В роботі були використано дані фонових концентрацій наведені в роботі [2]. Для визначення валового вмісту ВМ використовували метод атомно - емісійного спектрального аналізу. Вміст важких металів визначали методом мас - спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS) на аналізаторі *Element - 2* (Німеччина) в ІГМР НАН України.

У досліджуваних зразках ґрунту м. Буча (дерново - середньопідзолисті оглеєні) спостерігається підвищений середній валовий вміст **свинцю** - 22 мг/кг, **міді** - 33 мг/кг, **хрому** - 15 мг/кг, **цинку** - 53 мг/кг та **ванадію** - 31 мг/кг ґрунту в порівнянні з фоновими показниками. Схожа ситуація простежується у чорноземі типовому м. Охтирка. Ґрунтові зразки мають підвищений вміст по **свинцю** - 45 мг/кг, **міді** - 73 мг/кг, **нікелю** - 24 мг/кг, **цинку** - 110 мг/кг, **ванадію** - 38 мг/кг та **кобальту** - 30 мг/кг ґрунту в порівнянні із фоном [3].

При забрудненні ґрунтів ВМ зазнає змін не тільки їх валовий вміст, а і значення концентрації рухомих форм. Авторами визначено іонообмінні рухомі форми ВМ з використанням ацетатно - амонійного буферу з рН 4.8. Отримані результати концентрацій рухомих форм важких металів в основних типах ґрунтів досліджуваних територій - м. Буча та м. Охтирка в порівнянні з ГДК наведено в табл. 1.

Дослідження показали, що середні значення концентрацій рухомих форм за всіма елементами у проаналізованих зразках ґрунту м. Буча та м. Охтирка нижче рівня ГДК. Однак, слід відмітити, що вміст деяких елементів, наприклад **цинку** в чорноземі типовому м. Охтирка на окремих площадках відбору досягає 15,8 мг/кг та 33 мг/кг, а **свинцю** - 8,3 мг/кг, що перевищують їхні ГДК. Також, спостерігається перевищення фонових показників рухомих форм по **свинцю**, **цинку**, **міді** та **нікелю** в декілька разів.

Таблиця 1.

Середні вміст рухомих форм важких металів у досліджуваних ґрунтах, мг/кг

Хімічний елемент	Дерново - середньопідзолисті оглеєні ґрунти м. Буча	Чорноземи типові м. Охтирка	ГДК рухомих форм у ґрунтах (за Постановою Кабміну України від 15.12.2021 р., № 1325)
Ni	0,18	0,47	4
Cr	0,03	0,13	6
Zn	3,64	19,70	23
Co	0,04	0,07	5
Cu	0,12	0,79	3
V	0,04	0,20	—
Pb	0,30	3,27	6

Примітка: "- " - ГДК не встановлено або дані не наведені.

Проведені еколого - геохімічні дослідження ґрунтів зони активних бойових дій у межах Київської та Сумської областей (м. Буча та м. Охтирка) з використанням атомно - емісійного спектрального аналізу, методик із визначення форм знаходження важких металів та метода *ICP – MS* дали змогу зробити наступні висновки:

- середній валовий вміст мікроелементів у всіх досліджуваних зразках ґрунту перевищує фонові показники.
- середній вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах м. Буча та м. Охтирка не перевищує значення ГДК, але вище за фонові показники.

Для окремих ділянок відбору, все ж таки спостерігається перевищення по ГДК показників рухомості цинку та свинцю для ґрунтів м. Охтирка.

В майбутньому, все ж необхідно розширити площу досліджень в межах міст Буча та Охтирка з визначенням як більшої кількості рівномірно розташованих площадок відбору зразків ґрунту, так і поповнюючи список мікроелементів, вміст яких в них визначатиметься.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України: оцінка державних заходів з відновлення ґрунтів // *Презентація на конференції*. Семінар АПД. Харків, 8 вересня 2023.
2. Жовинський, Е.Я., Кураєва, І.В. Еколого - геохімічні дослідження об'єктів довкілля України. Київ: Альфа-реклама, 2012.
3. Кураєва І. В., Кошлякова Т. О., Дерюгіна О. В., Азімов О. Т., Лемеш Л.В., Локтіонова О. П. Вплив бойових дій на закономірності розподілу важких металів у ґрунтах. Збірник тез всеукраїнської наукової конференції: *Геологічна будова та корисні копалини України*. Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України - Київ, 2025.С. 311-314.