

**А. С. Войціховська,**

Національний університет «Львівська політехніка»

**В. В. Карабин,** к.геол.н., доцент,

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

**В. Д. Погребенник,** д.т.н., професор

Національний університет «Львівська політехніка»

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХОМИХ ТА КИСЛОТОРОЗЧИННИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ У ЗОНІ ВПЛИВУ ЛЬВІВСЬКОГО ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

*Исследованы подвижные и кислоторастворимые формы тяжелых металлов в почвах в зоне влияния Львовского полигона твердых бытовых отходов. По результатам экспериментальных данных сделана оценка распространения исследуемых форм тяжелых металлов в почвах на разных глубинах. Даны рекомендации по минимизации загрязнения почв.*

**Ключевые слова:** подвижные формы, кислоторастворимые формы, почва, свалка, тяжелые металлы, предельно допустимая концентрация.

*Moving and acid-soluble forms of heavy metals in soils in the zone of influence of Lviv landfill are investigated. According to the results of experimental data the spread of investigated forms of heavy metals in soils at various depths is evaluated. The recommendations concerning the minimization of soils contamination are given.*

**Key words:** moving forms, acid-soluble forms, soil, landfill, heavy metals, maximum concentration limit.

**Вступ.** Проблема впливу Львівського полігону твердих побутових відходів на довкілля є особливо актуальною.

Полігон знаходиться вище водних об'єктів р. Малехівка, меліоративних каналів та свердловин. На території сміттєзвалища знаходяться збірники інфільтрату стічних вод та кислі гудрони ВАТ «Львівський дослідний нафтомаєзавод». Внаслідок переливу інфільтрату та розгерметизації глиняних замків накопичувачів з кислими гудронами ґрунти постійно забруднюються різними хімічними речовинами, зокрема важкими металами. Оскільки полігон експлуатується понад 50 років, то міграція забруднювальних речовин у ґрунти поза межами сміттєзвалища та підземні водоносні горизонти є ймовірною.

Детальне оцінювання впливу різних форм важких металів у районі Львівського полігону твердих побутових відходів на ґрунти не проводилося. Тому актуальним є визначення рухомих і кислоторозчинних форм знаходження важких металів у ґрунтах для подальшого оцінювання наслідків забруднення і рекомендацій з його мінімізації.

Ґрунтовий покрив навколо сміттєзвалища характеризується значною строкатістю, зумовленою розмаїттям рельєфу та підстелюючих ґрунтовірних порід. На Малехівському лесовому пасмі та Розточчі розвинені, голо-

вним чином, сірі опідзолені, меншою мірою ясно-сірі лісові ґрунти, а в долинах річок і потоків, днищах балок – лучні, лучно-болотні, торфувато-болотні ґрунти. За механічним складом вони супіщані, крупнопилувато-легкосуглинкові, піщано-середньосуглинкові. Практично всі вони характеризуються кислою реакцією середовища, що сприяє формуванню рухомих і кислоторозчинних форм багатьох важких металів та їх засвоєнню рослинами.

**Метою дослідження** було оцінювання рівня забруднення рухомими та кислоторозчинними формами важких металів (Cu, Pb, Cd, Zn, Fe, Ni, Co, Cr, Mn) ґрунтів у районі Львівського полігону твердих побутових відходів та встановлення особливостей їх міграції.

**Методологічні аспекти проведення експериментальних досліджень.** Важкі метали визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С115-М1 (аналітик Войціховська А. С.) з використанням полум'я ацетилен-повітря, яке має високу прозорість в області від 200 нм, дуже слабку власну емісію (особливо окисне полум'я) і забезпечує високу ефективність атомізації більш ніж 30 елементів [1, с. 15]. Градувальні розчини елементів готували із стандартних зразків послідовним розведенням екстракційними розчинами. Вміст елементів у стандартних градувальних розчинах не виходив за межі діапазонів робо-

чих концентрацій. Розрахунок об'ємів розчинів для розведення проведено за формулою

$$V_v = \frac{C_k \times V_k}{C_v},$$

де  $V_v$  – об'єм вихідного розчину, мл;  $C_v$  – концентрація вихідного розчину, мг/л;  $C_k$  – кінцева концентрація, мг/л;  $V_k$  – об'єм використовуваного мірного посуду, мл.

Загальна похибка приготування розчинів не перевищувала 3 %.

Екстракція рухомих та кислоторозчинних форм важких металів з ґрунту проводилася ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8 та 1 М  $\text{HNO}_3$  відповідно [2, с. 58].

Для проведення досліджень відібрано проби ґрунту з 16 свердловин на різних глиби-

нах від 0,8 до 6,9 м. Відбір проб здійснено спеціалізованою організацією ВАТ «Геотехнічний інститут». Підготовку зразків ґрунту виконано згідно з ГОСТ 17.4.4.02-84. Встановлено координати відбору проб ґрунту.

Фонові проби взято з свердловини № 22 (с. Малі Грибовичі), яка пробурена вище сміттєзвалища та виключає безпосередній його вплив. За відношенням до фонових концентрацій встановлено коефіцієнти концентрації ( $K_c$ ) для зразків ґрунту, відібраних у зоні впливу сміттєзвалища.

Для графічного зображення схеми відбору проб використано програму Google earth (рис. 1).

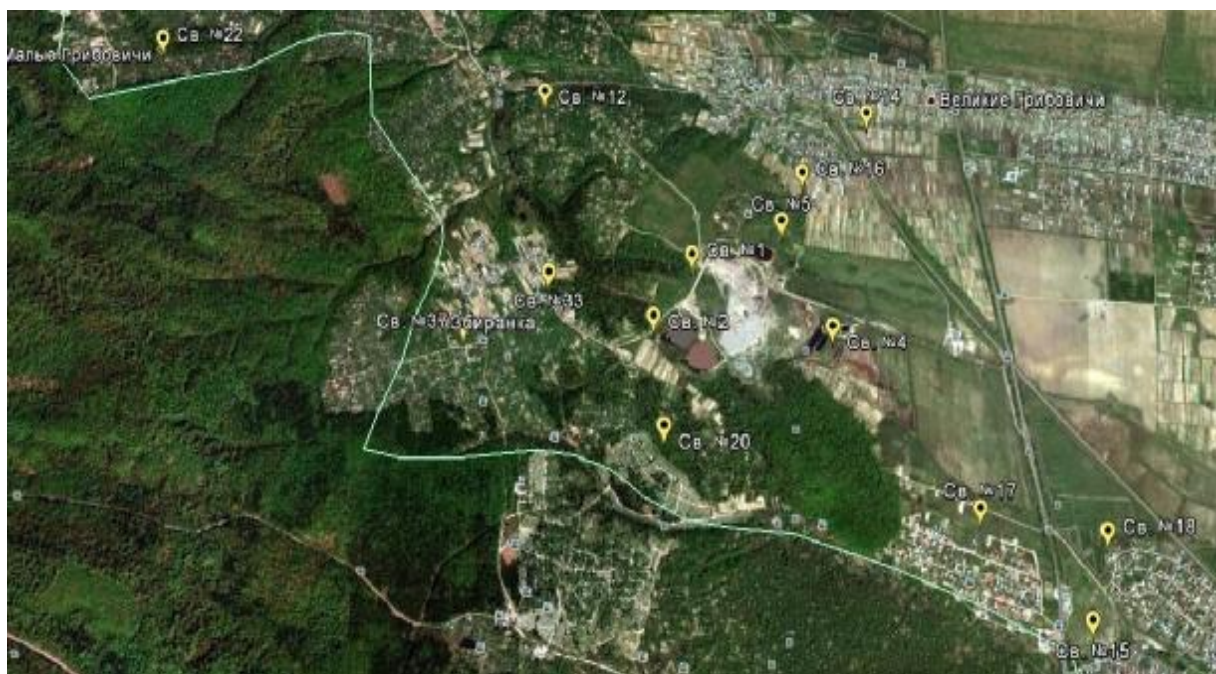


Рис. 1. Схема відбору проб у районі Львівського сміттєзвалища

**Результати та їх обговорення.** Певний інтерес в аспекті екологічних досліджень мають геохімічні класифікації досліджуваних елементів. За найпоширенішими з них, мікроелементи поділяють на групи: халькофільні (Cu, Pb, Cd, Zn), сидерофільні (Ni, Co, Cr), біофільні (Mn, Fe) [3, с. 118; 4, с. 229].

З ґрунтоутворювальних порід важкі метали переходять в ґрунти відповідно до особливостей їх міграції та акумуляції у різних геохімічних ландшафтах [5, с. 264].

Максимальні концентрації рухомих форм халькофільних металів Cu, Pb, Cd, Zn виявлено у свердловині № 4 на глибині 1,1 м (рис. 2).

Дана свердловина розташована нижче за рельєфом від збірника інфільтратних стоків Львівського сміттєзвалища.

Коефіцієнт концентрації [6, с. 783] рухомих форм Cu, Cd, Pb, Zn > 1 в 13 з 16 проб. Серед досліджених халькофільних елементів лише вміст рухомих форм цинку у жодній пробі не перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Максимальні концентрації кислоторозчинних форм важких металів Cu, Pb, Cd, Zn встановлено у свердловині № 4 на глибині 1,1 м (рис. 3).

Найбільші концентрації рухомих форм мангану і феруму зафіксовано у пробах ґрунту зі свердловини № 1 (гл. 6,9 м) та № 15 (гл. 1,3 м), ніколу, кобальту і хрому – зі свердловин № 4, 14 на глибині 1,1 м.

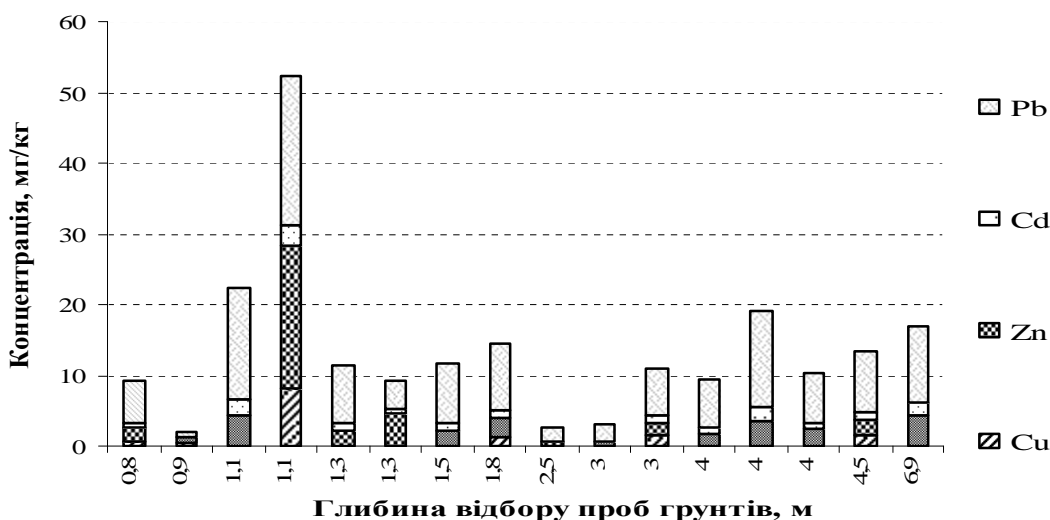


Рис. 2. Сумарний вміст рухомих форм халькофільних металів у ґрунтах

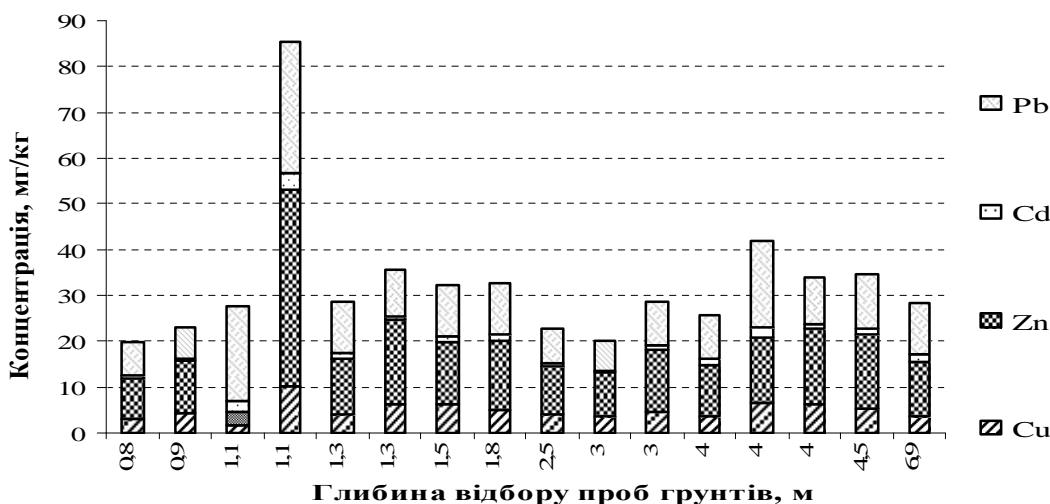


Рис. 3. Сумарний вміст кислоторозчинних форм халькофільних металів у ґрунтах

Мінімальні і максимальні концентрації рухомих і кислоторозчинних форм важких металів подано у табл. 1.

Таблиця 1  
Вміст важких металів у ґрунтах на глибинах 0,8–6,9 м в районі Львівського сміттєзвалища

Елемент	Концентрація, мг/кг	
	рухомі форми, min – max	кислоторозчинні форми, min – max
Cu	0,09 – 8,16	1,78 – 10,14
Zn	0,67 – 20,11	2,75 – 42,94
Cd	0,02 – 2,9	0,32 – 3,17
Pb	0,72 – 21,18	6,33 – 28,59
Co	0,5 – 6,24	2,83 – 10,03
Cr	0,85 – 12,72	3,06 – 20,19
Ni	0,31 – 8,83	8,97 – 25,36
Mn	27,84 – 3141,08	47,31 – 3478,42
Fe	66,74 – 1265,89	748,39 – 3390,34

Виходячи з цих досліджень, очевидно, що землі на прилеглій до звалища території

порушені і є джерелом негативного впливу на довкілля та потребують проведення рекультивациі. Принципово відмінним методом рекультивациі порушених земель у цьому випадку може стати фітореMediaція, що використовує природну здатність зелених рослин місцевої флори очищати об'єкти довкілля від небезпечних речовин, ефективність якої розглянуто у попередній роботі [7, с. 107].

**Висновки.** За результатами експериментальних досліджень ґрунтів Львівського полігону твердих побутових відходів виявлено перевищення вмісту рухомих форм Zn, Cu, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Fe, Mn відносно гранично допустимих концентрацій та кислоторозчинних і рухомих форм – відносно фонових значень.

Максимальні концентрації рухомих та кислоторозчинних форм халькофільних металів Cu, Pb, Cd, Zn виявлено у свердловині № 4, що знаходиться нижче за рельєфом накопичувача інфільтратних стоків.

Серед досліджених халькофільних елементів лише вміст рухомих форм цинку у жодній пробі не перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Рекультивацію забруднених територій Львівського полігону твердих побутових відходів доцільно здійснювати методом фіторе-медіації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гармаш А. В. Введение в спектроскопические методы анализа. Оптические методы анализа / А. В. Гармаш. – М. : РАН, 1995. – 15 с.
2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
3. Богдановский Г. А. Химическая экология / Г. А. Богдановский. – М. : Изд-во МГУ, 1994. – 118 с.
4. Стебаев И. В. Общая биогеосистемная экология / И. В. Стебаев, Ж. Ф. Пивоварова, Б. С. Смоляков, С. В. Неделькина. – Новосибирск : Наука, 1993. – 229 с.
5. Ландшафтно-геохимические основы фоновго мониторинга природной среды. – М. : Наука, 1989. – С. 264.
6. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство / [под ред. В. И. Кирюшина, А. Л. Иванова]. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 783 с.
7. Войціховська А. С. Оптимальні методи рекультивації порушених земель в районі Львівського полігону твердих побутових відходів / А. С. Войціховська, В. Д. Погребенник, В. В. Карабин // Збірник матеріалів 2-го міжнародного конгресу [«Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»], (Львів, 19-22 вересня 2012 р.) – Львів : ЗУКЦ, 2012.

*Стаття надійшла до редакції 30.01.2013.*