

УДК 574+551.43

## ГЕОХІМІЯ КАДМІЮ У ЗОНІ ПЕДОГЕНЕЗУ, ЩО ЗАБРУДНЕНА ПІДПРИЄМСТВАМИ КОЛЬОРОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

**Яковенко О. В., Кураєва І. В.**

*(ІГМіР ім. М.П. Семененка НАНУ, м. Київ, Україна)*

**Д'яченко Н. О.**

*(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)*

*Работа посвящена исследованию особенностей распределения и миграции кадмия в зоне аэрации грунтов-педолитов территорий Константиновского свинцово-цинкового завода и Побужского ферроникелевого комбината. В результате анализа проб грунта и пыли выявлены закономерности миграции кадмия и относительное содержание его подвижной формы. Установлено, что весомую роль в распространении кадмия играют региональные розы ветров.*

*Peculiarities of cadmium distribution and migration in the zone of pedolith aeration of Kostyantynivka Lead and Zinc Works and Pobuzky Integrated Ferronickel Works are considered. Analysis of soil and dust specimens has revealed regularities of cadmium migration and percentage of its moving form. It is determined that a weighty part in cadmium distribution belongs to regional wind pattern.*

За період свого існування людина змінила мозаїку природних комплексів, трансформувавши їх у природно-техногенні. Тривала і направлена господарська діяльність призвела до трансформації спочатку динамічних, а потім консервативних ґрунтових ознак і властивостей ґрунтів. Сучасна базова субстантивно-генетична класифікація ґрунтів виділяє самостійне відгалуження ґрунтовоподібних тіл-педолітів, «що формуються синхронним і

сингенетичним комплексом процесів педо- і літогенезу» [1-3]. У сучасних умовах перевищення техногенної емісії низки хімічних елементів над природною сягає одного-двох порядків, зокрема, наприклад для кадмію (Cd) – до 60 разів.

Кадмій виявився єдиним із всього спектру рідкісних важких металів, який за своїм розмаїттям властивостей задовольняє вимогам сучасної промисловості. Міцні пластмасові і керамічні вироби, надміцні сплави, високоякісна гума для автомобілів, антикорозійні покриття і антифрикційні рідини, фарби, пігменти, текстильні матеріали, домішки в цементі, оптична і електронна продукція, енергоємні акумулятори – далеко не повний перелік атрибутів сучасного життя. Тому саме, зв'язок кадмію, як хімічного елементу, з посиленням техногенезу, очевидно, більш тісний, ніж здається на перший погляд. З цієї причини надходження кадмію в навколишнє природне середовище з плином часу поступово зростає. Як наслідок – все більша кількість Cd притягується в техногенний цикл міграції.

З огляду на вищесказане, цілком виправданим для досліджень з виявлення особливостей розподілу Cd у педолітах зони впливу сучасних підприємств металургії є вибір Костянтинівської та Побузької ділянок досліджень, які репрезентовані Костянтинівським свинцево-цинковим заводом (ЗАО «Свинець») і Побузьким феронікелевим комбінатом (ПФК) відповідно.

**Мета роботи.** Дослідження особливостей розподілу кадмію у зоні аерації забруднених територій.

**Об'єкти і методи досліджень.** Об'єктом дослідження були закономірності міграції кадмію у ґрунтах техногенно забруднених територій.

**Методи дослідження** — фізико-хімічні та хімічні: атомно-абсорбційний, спектральний, мас-спектрометричний із індукційно зв'язаною плазмою (*MS-ICP*, аналізатор *ELEMENT-2* (Німеччина)).

Пробовідбирання на досліджуваних ділянках супроводжувалося прив'язкою точок до Глобальної системи позиціонування за допомогою пристрою LG GT540 (Android Eclair 2.1) з наступною фотофіксацією.

Перша ділянка досліджень (рис.1) знаходиться в межах степової зони України. Ландшафтно-геохімічні умови, особливості геологічної будови та попередні особливості розподілу Cd на цій території представлені в роботах [4, 5]. В межах Побузької ділянки, площа якої складає 3 км<sup>2</sup>, опробування проводилося за регулярною мережею з кроком 50 м. Всього відібрано 255 проб ґрунту.

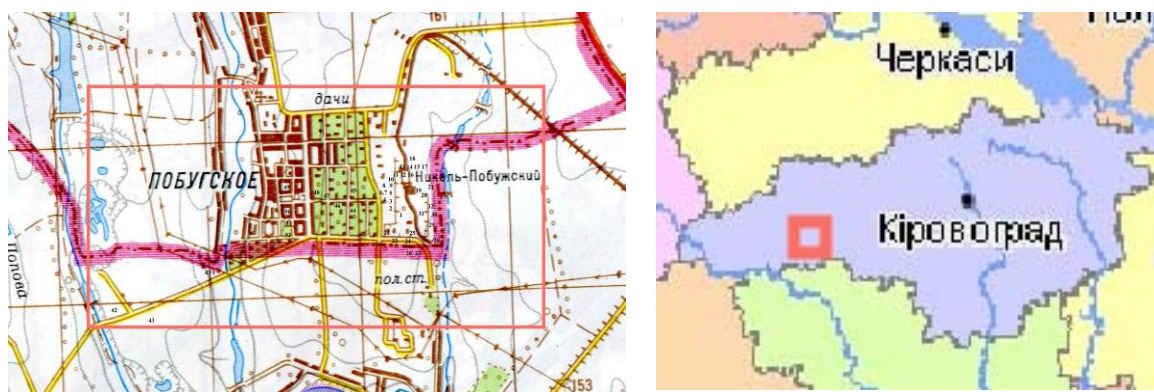


Рис. 1. Схема розташування Побузької ділянки досліджень

ЗАО «Свинець» — спеціалізоване металургійне підприємство по виробництву свинцю і свинцевих сплавів. Створено у 1999 р. на базі заводу «Укрцинк», що випускав 30 тис. т. цинку на рік й 100 тис. т. свинцю. На Костянтинівській ділянці площею в 1 км<sup>2</sup> було відібрано 63 проби ґрунту у 21 профілі.

Оцінка екологічної небезпеки забруднення ґрунтів Cd та іншими важкими металами здійснювалася методом нормування за еколого-геохімічними показниками [6]. Аналіз рівня забруднення досліджуваних об'єктів проводили у відповідності з методичними рекомендаціями, викладеними у роботах [6-8].

**Результати і обговорення.** При вивченні поведінки важких металів у ґрунтах виключно важливе еколого-геохімічне значення набувають дані стосовно їх рухомості, тобто здатності переходити зі складу твердої фази ґрунтів в рідку. Водорозчинна та обмінна форми, які характеризують вміст металів в ґрунтовому розчині, є одними з найважливіших і найбільш міграційно здатними, а їх склад широко використовується при екологічній оцінці територій форм сполук важких металів в ґрунтах. Виключно важливе

значення вивчення форм знаходження ВМ має при оцінці техногенних аномалій та ступеню антропогенного навантаження.

Для визначення ступеня техногенного навантаження на оточуюче середовище нами досліджено форми знаходження Cd у грунтах дослідних ділянок за методикою Кузнецова В.О. [7].

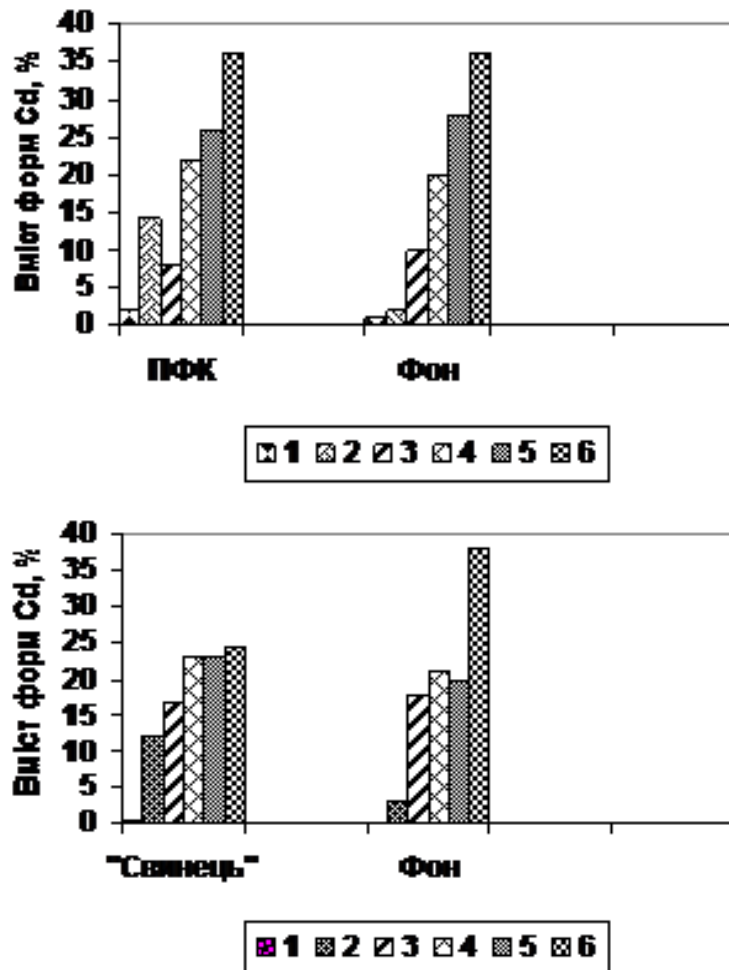


Рис. 2. Форми знаходження кадмію в чорноземних грунтах дослідних ділянок: 1 - водорозчинна, 2 - обмінна, 3 - карбонатна, 4 - органічна, 5 - сорбована на гідроксидах, 6 - фіксована

Встановлено (рис. 2), що частка рухомої форми кадмію в грунтах коливається від 6 до 14 % від загального вмісту, вміст карбонатної форми становить 7 – 26 %, органічної – 17 – 28 %, сорбованої на гідроксидах – 15 – 26 %, фіксованої 24,3 – 36 %. Виявлено, що відносний вміст рухомих форм в грунтах техногенно

забруднених територій є вищим у порівнянні з аналогічними грунтами „умовно чистих територій” (у 7 разів), що може слугувати критерієм для визначення зон екологічного ризику.

Ґрунтуючись на результатах визначення валового вмісту кадмію та інших мікроелементів було побудовано геохімічні карти-схеми латерального поширення кадмію на досліджуваних ділянках (рис. 3).

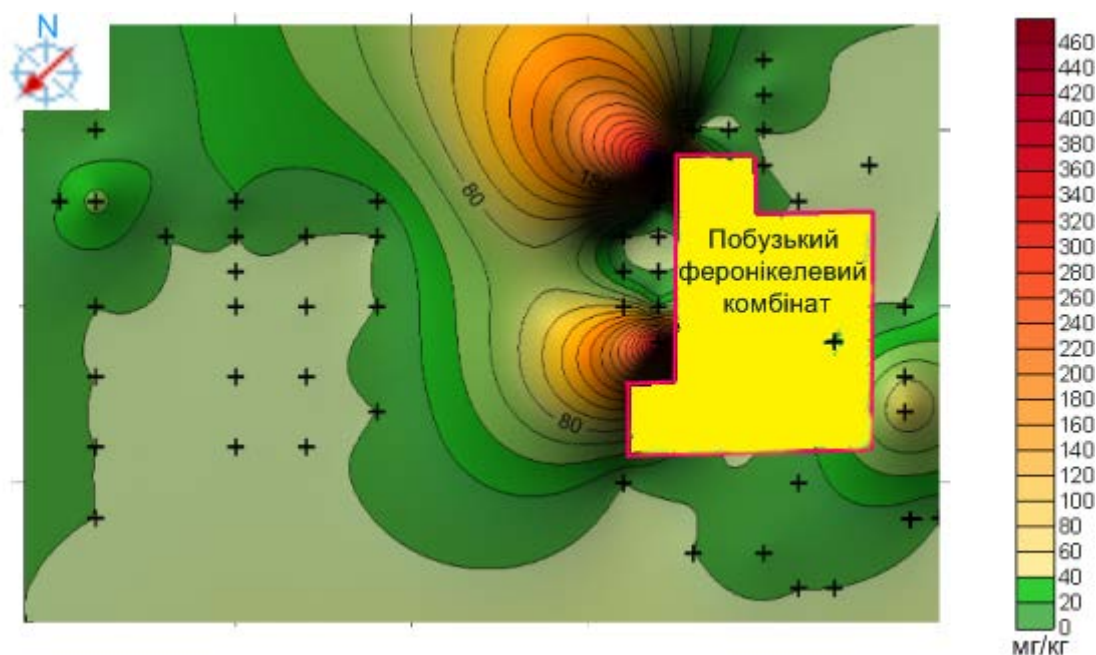


Рис. 3. Схема розподілу кадмію в грунтах Побузької ділянки: + – точки відбору проб

Максимальні концентрації Cd у техногенному ореолі характерні для майданчиків складування рудної сировини в західній та північній частинах комбінату. Середній вміст кадмію в грунтах ділянки становить 102 мг/кг.

Встановлено, що значну роль у поширенні Cd територією Побузької ділянки відіграє регіональна роза вітрів, яка має чітко виражений західний і південно-східний напрям.

За результатами визначення валового вмісту Cd в чорноземних грунтах Костянтинівської ділянки побудовано карту поширення металу в межах ділянки (рис. 4).

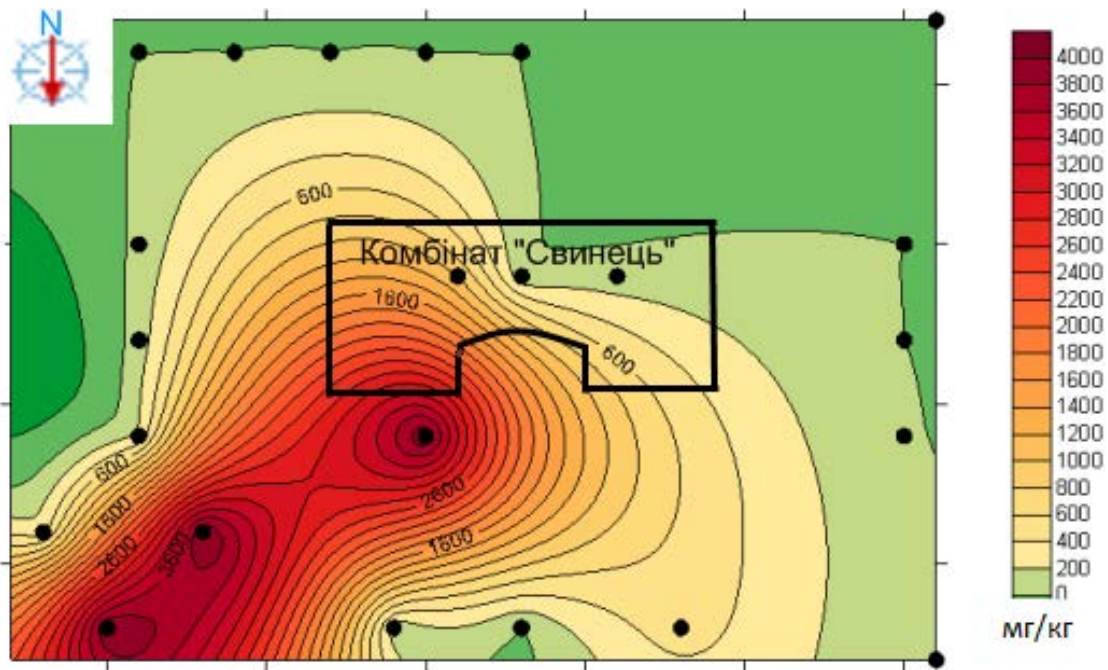


Рис. 4. Схема розподілу кадмію в ґрунтах зони аерації Костянтинівської ділянки: + – точки відбору проб

Максимальні концентрації кадмію 4200 мг/кг характерні для південно-західної частини площі, що зумовлене ухилом поверхні майданчиків складування шламів. Регіональна роза вітрів, яка має південний та південно-західний напрямок також відіграє вагомую роль у поширенні кадмію.

У ході комплексного еколого-геохімічного опробування було проведено дослідження техногенного пилу ПФК на вміст важких металів (рис. 5).

Концентрація кадмію, міді, кобальту і цинку в техногенному пилу ПФК сягає значень 600, 50, 600 та 500 мг/кг відповідно. Вміст нікелю та хрому є значним як у техногенному пилу, так і в шлаці і становить понад 2000 мг/кг. Звідси можна зробити висновок, що основним джерелом надходження кадмію до компонентів довкілля внаслідок діяльності металургійних комбінатів є техногенний пил, який є складовою технологічного процесу отримання кінцевого продукту.

На підставі визначення хімічного складу техногенного пилу визначено процес надходження кадмію та його подальшу транс-

формацію в межах зони педогенезу, та запропоновано схему міграції кадмію та цинку (рис. 6).

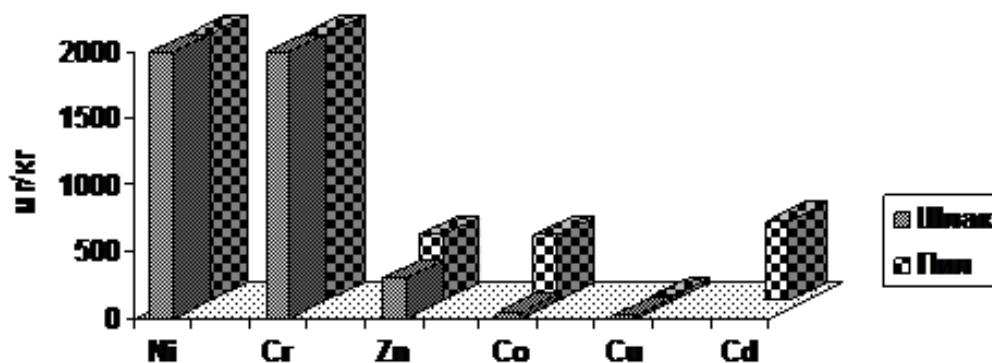


Рис. 5. Вміст важких металів у техногенному пилу і шлаці ПФК, мг/кг

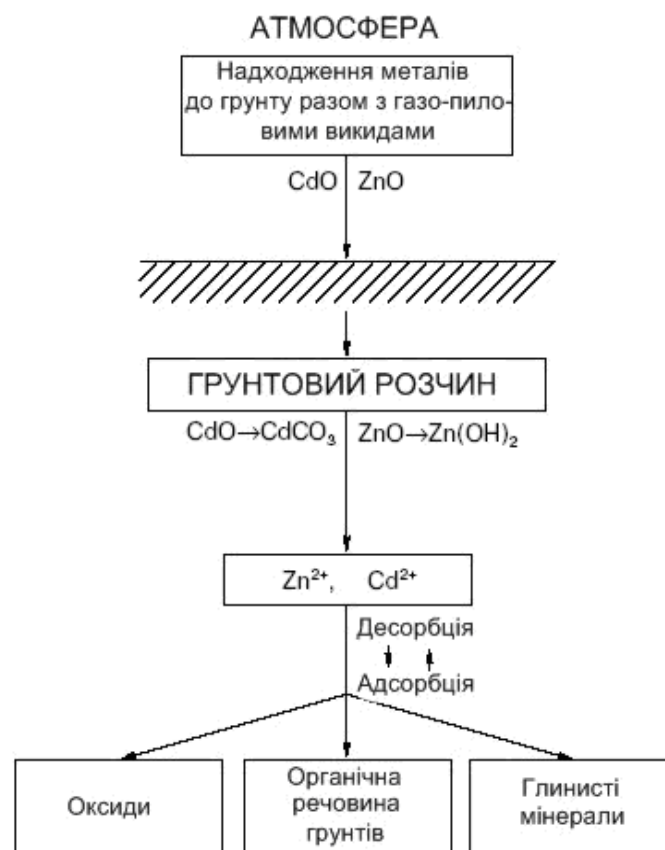


Рис. 6. Схема міграції кадмію та цинку в ґрунті зони аерації

Процес міграції кадмію та цинку, які надійшли до ґрунту в процесі техногенезу включає наступні стадії: перетворення оксидів металів в гідроксиди (карбонати, гідрокарбонати); розчинення гідроксидів (карбонатів, гідроксокарбонатів) металів і адсорбція відповідних катіонів твердими фазами ґрунтів, глинистими мінералами; утворення комплексних сполук з органічною речовиною ґрунту (педолітів), оксидів металів.

**Висновки.** У зоні педогенезу забруднених територій відносний вміст рухомої форми кадмію зростає у 7 разів порівняно з ґрунтами “умовно чистих площ”, що є наслідком техногенного впливу. Викиди підприємств кольорової металургії зумовлюють підвищення кислотності ґрунтів та зменшення їх буферної здатності, що супроводжується збільшенням відносного вмісту рухомих форм і зростанням частки вільних катіонів кадмію. Вагому роль у поширенні кадмію також грають регіональні рози вітрів, які розповсюджують техногенний пил – основне джерело надходження кадмію до компонентів довкілля внаслідок діяльності металургійних комбінатів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Соколов И.А. Базовая субстантивно-генетическая классификация почв / И.А. Соколов // Почвоведение. 1991. – № 3. – С. 107 – 121.
2. Глазовская М.А. Педолитогенез и континентальные циклы углерода: монография / М.А. Глазовская. М.: Книжный Дом «Либроком», 2009. – 336 с.
3. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И.А. Соколов – Новосибирск, 1993. – 232 с.
4. Гурський Д.С. Металічні і неметалічні корисні копалини України: у 2 т. / [Д.С. Гурський, К.Ю. Єсипчук, В.І. Калінін, Є.О. Куліш та ін.]. – К., Львів: „Центр Європи”, 2006. – Т. 1. – 740 с.
5. Яковенко О.В. Форми знаходження та міграції кадмію в ґрунтах та ґрунтових розчинах техногенно забруднених територій на прикладі Побузького феронікелевого комбінату / О.В. Яковенко, І.В. Кураєва, В.Ф. Філатов, Н.О. Д’яченко,



- Н.О. Дуброва // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк: УкрНДМІ НАНУ, 2011. – № 9. – Т. 1 – С. 416 – 428.
6. Андросова Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование: монография / Н.К. Андросова. – М.: «РУДГН», 2000. – 98 с.
  7. Кузнецов В.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В.А.Кузнецов, Г.А. Шимко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 65 с.
  8. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич. М.: Недра, 1990. – 335 с.