УДК 556.388

В. А. Білецька, Н. Є. Яцечко, О. В. Гаценко, А. М. Куриленко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

ПРОДУКТИ ТЕРМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЯК ДЖЕРЕЛО НАДХОДЖЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ДОВКІЛЛЯ

Проведено комплексну оцінку валового вмісту та кількості міграційноздатних форм важких металів у продуктах термічної переробки твердих відходів. Визначено пріоритетні метали-забруднювачі.

Ключові слова: зола, шлак, важкі метали, довкілля.

Проведена комплексная оценка валового содержания и количества миграционноспособных форм тяжелых металлов в продуктах термической переработки твердых отходов.

Ключевые слова: зола, шлак, тяжелые металлы, окружающая среда.

A comprehensive assessment of the gross amount of content and mobile forms of heavy metals in products of thermal processing of solid waste. Determined metal pollutants.

Keywords: ash, slag, heavy metals, environment.

Постановка проблеми. Діяльність людини неминуче пов’язана з утворенням твердих побутових відходів (ТПВ). Місця складування відходів займають величезні території. Тільки в результаті життєдіяльності міського населення України утворюється до 10 млн т ТПВ: один середньостатистичний мешканець Дніпропетровська викидає за рік 260 кг відходів [1]. Одним з найбільш розповсюджених способів утилізації ТПВ є їх термічна . переробка на сміттєспалювальних заводах (ССЗ) [2]. До твердих відходів ССЗ відносяться шлаки та летюча зола. Актуальною є проблема оцінки екологічних ризиків забруднення довкілля важкими металами у місцях складування продуктів термічної переробки твердих побутових відходів. Це пов’язано з тим, що важкі метали практично не підлягають біодеградації та навіть незначна їх доля у відходах призводить до значних збитків у порушенні екологічного стану територій складування відходів.

Метою даної роботи є визначення вмісту важких металів у продуктах термічної переробки твердих побутових відходів.

Викладення основного матеріалу. Об’єктом дослідження є зола та шлак сміттєспалювального заводу м. Дніпропетровська. Проведено експериментальні дослідження, які складались з визначення валового вмісту важких металів, вмісту водорозчинних, а також рухомих форм елементів за стандартними методиками [3]. Валовий вміст контролювався з використанням спектрального методу аналізу, а вміст важких металів у витяжках визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Хімічний склад золи та шлаку за результатами спектрального аналізу наведений у табл. 1,2.

Таблиця 1

Хімічний склад відходів термічної переробки ТПВ

Об′єкт	Вміст, (мг/кг)·10^{-4}										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	P_2O_5	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Зола	40,4	7,10	2,78	0,78	1,16	2,00	0,16	18,0	1,74	5,70	2,60
Шлак	70,0	5,85	2,17	0,57	0,46	1,22	0,25	10,7	1,30	1,30	1,85

Аналіз хімічного складу оксидів показав, що для золи та шлаку характерний значний вміст оксиду кремнію та кальцію. Це свідчить про те, що такі відходи можуть використовуватися для виробництва будівних матеріалів.

Зразки золи та шлаку сміттєспалювального заводу були досліджені на вміст 30 елементів, з яких було виявлено 18: барій, хром, свинець, олово, галій, нікель, цинк, цирконій, кобальт, титан, мідь, ванадій, германій, молібден, стронцій, марганець, вісмут, лантан. У відповідності з отриманими даними (табл. 2) найбільший вміст серед металів, що знайдені в золі, відповідає барію, свинцю, олову, цинку, титану; в шлаку відповідає барію, цинку, титану, марганцю. Окремо треба виділити групу важких металів, які, відповідно валового вмісту, можна розташувати у наступний ряд:

для золи – Zn>Sn=Be>Pb>Mn>Cr>Cu>Bi>Ni>V>Co>Mo>Ge,

для шлаку – Ti>Be>Mn>Cu>Sn>Cr=Pb>Ni=Zn>V>Co=Mo>Bi>Ge.

Таблиця 2

Валовий вміст металів у золі та шлаку

Вміст, мг/кг	Елементи	
	Зола	Шлак
1 – 10	Ga, Co, V, Ge, Mo	Ga, Co, Bi, Ge, Mo
20 – 90	Zr, Bi, Ni, La	V, La
100 – 400	Cu, Sr	Cr, Pb, Ni, Zr, Sr
500 – 900	Cr, Mn	Sn, Cu
1000–2000	Zn, Ti	Ti
5000–7000	Ba, Pb, Sn	Ba, Zn, Mn

Ці елементи можна розділити за токсичністю на групи. Елементи I класу токсичності представлені свинцем, оловом, цинком, германієм, II класу токсичності хромом, нікелем, кобальтом, молібденом, сурмою, міддю, III класу токсичності ванадієм, марганцем, барієм, стронцієм. Загальний аналіз складу та вмісту продуктів термічної переробки ТПВ дає широкий і різноманітний спектр хімічних елементів, які з одного боку є джерелом забруднення навколишнього середовища і впливають на здоров'я людей, а з другого – містять корисні інгредієнти.

Для дослідження міграційноздатних форм важких металів у золі та шлаку були вибрані найбільш токсичні метали: Pb, Cd, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, Mn. Доля важких металів у водорозчинній формі відносно невисока, в той час як доля металів в рухомій формі свідчить про значну небезпеку продуктів спалювання ТПВ для навколишнього середовища (рис. 1, 2).

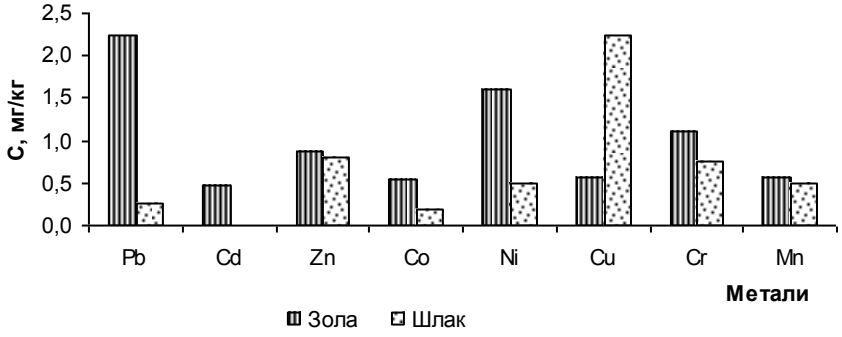

Рис. 1. Вміст водорозчинних форм важких металів у золі та шлаку

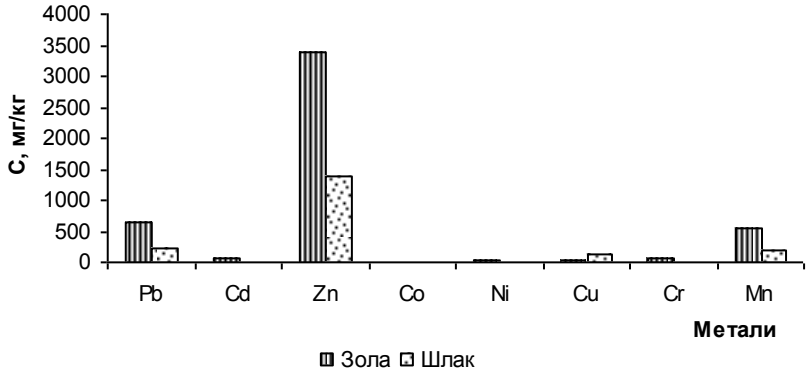

Рис. 2. Вміст рухомих форм важких металів у золі та шлаку

Отримані дані свідчать про те, що частка вмісту рухомих форм важких металів І класу токсичності досягає 86% як для шлаку, так і для золи. Значно менший відсоток складають метали ІІ класу токсичності – 2,5% у золі, 7,2% у шлаку та ІІІ класу токсичності 11,5% та 9,1% відповідно. Встановлено, що зі шлаку в буферний розчин переходить практично 80% сполук свинцю та 100% сполук цинку. В досліді із золою відсоток вилучення сполук свинцю склав 65%, цинку –49%, нікелю – 100%, кобальту – 63%, марганцю – 79%.

За вмістом водорозчинних форм розподіл важких металів дещо інший. Максимальна частка вмісту важких металів відповідає ІІ класу токсичності та складає 70% для шлаку й 45% для золи. Вміст важких металів І класу токсичності становить 45% у золі й 20% у шлаку; частка металів ІІІ класу токсичності не перевищує 10%.

Висновки. За кількістю рухомих форм важкі метали можна розташувати в наступні ряди у порядку зменшення:

для золи – Zn>Pb>Mn>Cr>Cd>Cu>Ni>Co,

для шлаку – Zn>Pb>Mn>Cu>Cr>Ni>Cd>Co.

Вміст водорозчинних форм важких металів відповідає таким рядам:

для золи – Pb>Ni>Cr>Zn>Cu>Mn>Co>Cd,

для шлаку – Cu>Zn>Cr>Ni>Mn>Pb>Co.

Отримані дані свідчать про те що з продуктів термічної переробки ТПВ будуть надходити у довкілля значні концентрації сполук важких металів І класу токсичності, що становить загрозу для здоров'я людей.

Бібліографічні посилання

1. **Севриков, В.В.** Состояние техногенной безопасности жизнедеятельности в Украине и перспективы ее улучшения / В.В. Севриков // Екологія довкілля. – К., 2007. – №5. – С. 56-66

2. **Гриценко, А.В.** Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса / А.В. Гриценко, Н.П. Горах [и др.]. – Х.: ХНАДУ, 2005. – 339 с.

3. **Аринушкина, Е. В.** Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

Надійшла до редколегії 1.03.12.