

**ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДХОДІВ**

Проведено оцінку ступеню токсичності продуктів термічної переробки відходів до та після детоксикації. Виконано порівняльний аналіз сорбційних властивостей природних матеріалів щодо токсичності відходів. Встановлено, що для детоксикації можна використовувати глини та суглинки певного мінерального складу.

*Ключові слова:* відходи, детоксикація, знешкодження, природний сорбент.

Проведена оценка степени токсичности продуктов термической переработки отходов до и после детоксикации. Выполнен сравнительный анализ сорбционных свойств природных материалов относительно токсичности отходов. Установлено, что для детоксикации можно использовать глины и суглинки определенного минерального состава.

*Ключевые слова:* отходы, детоксикация, обезвреживание, природный сорбент.

The estimation of a degree of toxicity of products of thermal processing of waste before and after detoxification is lead. The comparative analysis sorption properties of natural materials concerning toxicity of waste is executed. It is established, that for detoxification it is possible to use clay and loams of the certain mineral composition.

*Key words:* waste, detoxication, neutralization, natural sorbent.

**Постановка проблеми.** Утилізація та детоксикація промислових, побутових відходів в теперішній час являє собою одну з актуальних та пріоритетних проблем в світі. Особливо це стосується побутових відходів. Нині у розвинутих країнах виробляються від 1 до 3 кг побутових відходів на душу населення на день, що становить десятки і сотні мільйонів тонн на рік. В Україні щорічно утворюється від 35 до 40 млн м<sup>3</sup> твердих побутових відходів (ТПВ). Щорічний приріст ТПВ в Україні становить близько 2%. Під врахованими звалищами і полігонами ТПВ знаходиться близько 4 тис. га землі [2]. Незважаючи на важливість проблеми і її місце у світовій практиці охорони довкілля проблема детоксикації, утилізації, переробки промислових та побутових відходів остаточно не вирішена. На сьогоднішній день ступінь утилізації усіх без виключення відходів у світі в середньому становить 60%, а в Україні – лише 12 %. В цій проблемі є два аспекти: детоксикація відходів та їх утилізація. Утилізації відходів обов'язково повинна передувати детоксикація. На практиці відходи найчастіше утилізуються без їх попередньої детоксикації при виготовленні будматеріалів.

Особливу екологічну небезпеку становлять зольні відходи (продукт термічної переробки ТПВ) внаслідок їх високої дисперсності та підвищеної токсичності. Крім того, для складування та захоронення золи через її малу насипну плотність (0,5 – 0,6 т/м<sup>3</sup>) потребуються значні об'єми та площі територій. Висока токсичність золи обумовлена наявністю сполук важких металів, загальний вміст яких, наприклад в золі ТПВ складає ~ 0,6 % за масою. Оскільки важкі метали практично не підлягають біодеградації у біосфері та розкладанню або видаленню, виникає гостра необхідність детоксикації та знешкодження таких відходів. При цьому найбільше цих токсикантів накопичується на територіях індустріально урбанізованих агломерацій, що призводить до безпосереднього чи непрямого впливу на здоров'я населення.

**Мета роботи.** Екотоксикологічна оцінка продуктів термічної переробки твердих побутових відходів до та після детоксикації.

**Виклад основного матеріалу.** Для вирішення проблеми знешкодження зольних відходів запропоновано застосування природних сорбентів. Використання

їх обумовлено рядом суттєвих переваг у порівнянні з іншими технологічними засобами:

- широке розповсюдження в Україні;
- доступні, недорогі матеріали;
- забезпечення значної ступені знешкодження.

В даній роботі наведені результати досліджень, що пов'язані із застосуванням різних типів природних матеріалів для детоксикації продуктів термічної переробки відходів сміттєспалювального заводу (ССЗ). Об'єктом досліджень слугували відходи Дніпропетровського сміттєспалювального заводу, які представлені у вигляді золи.

Спосіб базується на сорбційних властивостях природних матеріалів, що дозволяє зв'язувати важкі метали у нерозчинні сполуки. Характеристика кількісних показників запропонованого способу детоксикації представлена у вигляді екотоксикологічної оцінки продуктів термічної переробки ТПВ до детоксикації та після неї.

Оцінка токсичності золи до та після детоксикації проводилась на основі розрахунку індексів токсичності для кожного з важких металів за формулою:

$$K_i = \frac{C_a}{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_{\delta\delta\tilde{a}}},$$

де  $K_i$  – індекс токсичності кожного металу;

$C_a$  – вміст компоненту у водорозчинній формі, мг/кг;

$\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_{\delta\delta\tilde{a}}$  – гранично допустима концентрація для вмісту рухомих форм важких металів в ґрунті, мг/кг.

За запропонованим способом екотоксикологічна оцінка включала визначення вмісту водорозчинних форм важких металів у золі як до так і після детоксикації. На основі результатів проведених досліджень розраховували індекси токсичності для кожного з металів. Визначення індексів токсичності зроблено для золи з використанням наступних порід: лесу, суглинку, глини карбонатної та глини некарбонатної. Оцінка проводилась з врахуванням класу токсичності металів. Розраховано сумарний індекс токсичності і відповідно до нього визначено клас небезпеки відходів, який порівнюють з результатами до детоксикації. Такі розрахунки (наведено) зроблено для водорозчинних форм важких металів (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Co, Cr, Mn). За класифікаційною шкалою визначали ступінь санітарно-гігієнічної небезпеки відходів (табл. 1).

Таблиця 1

**Шкала визначення ступеню санітарно-гігієнічної небезпеки відходів [1]**

Величина	Клас небезпеки	Ступінь небезпеки	Необхідна глибина попередньої переробки відходів
Більше 10	I	Надмірно висока	Попередня переробка обов'язкова
Від 5 до 10	II	Висока	Переробка обов'язкова
Від 1 до 5	III	Помірна	Допустимо без переробки
Менше 1	IV	Допустима	Не потребує

Зміну ступеню токсичності оцінювали, порівнюючи індекси до та після детоксикації. Результати розрахунків екотоксикологічної оцінки наведені у таблиці 2.

Індекси токсичності відходів ССЗ

Метал	Індекси токсичності відходів				
	до детоксикації	після детоксикації			
		сорбенти			
		лесо- порода	суглинок	глина карбонатна	глина некарбонатна
I клас токсичності					
Свинець	1,12	0,63	0,78	0,65	0,67
Цинк	0,69	0,01	0,01	0,01	0,006
Кадмій	0,04	0,79	0,67	0,54	0,77
II клас токсичності					
Мідь	0,11	0,21	0,18	0,18	0,05
Нікель	0,40	0,26	0,19	0,17	0,24
Кобальт	0,19	0,11	0,09	0,09	0,08
Хром	0,19	0,21	0,20	0,15	0,13
III клас токсичності					
Марганець	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005

За результатами досліджень встановлено, що в процесі детоксикації змінюються індекси токсичності, і відповідно спостерігається зменшення токсичності відходів. Виконано порівняльний аналіз сорбційних властивостей різних типів природних матеріалів щодо визначення токсичності зразків золи ССЗ. Найбільша кількість металів, які знаходяться в золі у вигляді водорозчинних форм і зв'язуються у нерозчинні, характерна для некарбонатної глини. Їх кількість досягає семи і включає наступні метали: свинець, цинк, мідь, нікель, кобальт, хром, марганець. Менш значною мірою за кількістю металів вилучених із золи і переведених у нерухомі форми, відрізняється лесова порода. За кількістю вилучених водорозчинних форм металів природні сорбенти можна розташувати у такий ряд:

глина некарбонатна > глина карбонатна > суглинок > лес.

Проте якісна характеристика показала, що застосування лесу та суглинку для детоксикації золи щодо водорозчинних форм важких металів дозволила знизити індекси токсичності: для цинку в 4 рази, для нікелю – в 1,5–2 рази, для свинцю в 1,4–1,8 рази та для кобальту в 1,2 рази у випадку із суглинком. З використанням глини карбонатної індекси змінилися в 4 рази для цинку, в 2,4 рази для нікелю, в 1,7 рази для свинцю та в 1,3 рази для кадмію, кобальту, хрому. Застосування глини некарбонатної призвело до зменшення вмісту практично всіх досліджуваних металів та зменшенню їх індексів токсичності: цинку в 6,7 рази, міді в 4 рази, кобальту, марганцю майже в 2 рази, свинцю, нікелю в 1,7 рази та хрому в 1,4 рази. На відміну від лесу та суглинку глина карбонатна та некарбонатна при знешкодженні золи дали дещо кращі результати. Загальний сумарний індекс токсичності при детоксикації золи знизився в 1,5 рази з використанням глини карбонатної і некарбонатної, значення якого не перевищувало 1,95. Індекси токсичності розраховані за вмістом водорозчинних форм важких металів після детоксикації відповідають III класу небезпеки (помірно небезпечні). За рахунок детоксикації окремих компонентів відходів відбувається зменшення токсичного впливу відходів на об'єкти довкілля, а відповідно й на здоров'я населення.

Згідно проведеної екотоксикологічної оцінки загальний вміст водорозчинних форм металів I класу токсичності (Pb, Zn, Cd) зменшився в золі максимально на 45%, II класу токсичності (Cu, Ni, Co, Cr) на 41%.

У такий спосіб можна також обґрунтувати вибір серед запропонованих сорбентів – детоксикантів, що дозволяє розширити діапазон використання

запропонованого способу у напрямку детоксикації відходів інших виробництв з вмістом важких металів.

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження, дають можливість оцінити ступінь токсичності відходів та дозволяють оцінити зміни ступеню токсичності з врахуванням застосування сорбентів-детоксикантів і вибрати оптимальний природний матеріал для детоксикації в залежності від складу продуктів термічної переробки відходів.

#### **Бібліографічні посилання**

1. **Беляев Е. Н.** Современные гигиенические проблемы утилизации промышленных отходов и пути их решения / Е. Н. Беляев, С. И. Лагунов, В. И. Евдокимов, М. Н. Корсак, А. В. Митин // Гигиена и санитария. – М., 2003. – №3. – С. 3 – 8.
2. **Вашкулат М. П.** Поводження з побутовими і сільськогосподарськими відходами з позицій санітарних вимог / М. П. Вашкулат, А. І. Костенко, Р. Г. Нікула, Є. В. Лівінська, І. О. Тетеньова // Довкілля та здоров'я. – К., 2009. – №2. – С. 34 – 38

*Надійшла до редколегії 15.04.11*