

УДК 504.064.4:658.567.1 (045)

О.М. Максѡм, магістр
Г.М. Франчук, д-р техн. наук, проф.

КОМПЛЕКСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

НАУ, кафедра екології
E-mail: maxem @adamant.ua

Розглянуто можливі способи використання вторинних ресурсів, що призводять до зниження витрат первинної сировини, поліпшення діючих і створення нових технологій використання найважливіших видів вторинних ресурсів, та перехід до маловідходних і безвідходних технологій виробництва продукції разом з переходом до замкнутих циклів ресурсоспоживання, а також інші заходи, спрямовані на значне зниження техногенного впливу відходів на довкілля.

This article overlooks the possible means of secondary resources usage which lead to decreasing of primary material spendings, improving the present and creation of new technologies for using the most important types of secondary resources and moving to little-waste or wasteless technologies of production together with moving to closed cycles of resource consumption, and also other means, directed on considerable decreasing of technogenic influence of wastes on the environment.

Постановка проблеми

Результати аналізу інфраструктури аеропорту й технологічних процесів, які відбуваються під час повітряних перевезень пасажирів і вантажів, показали, що головний вплив на довкілля аеропорту чинять тверді відходи (ТВ). І, нажалі, проблема впливу ТВ на довкілля спостерігається майже у всіх галузях промисловості та є актуальною для України.

На сьогодні не збудовано жодного спеціалізованого заводу з переробки токсичних промислових відходів, немає належним чином організованої системи їх збирання, зберігання та видалення, відсутні техніка та обладнання для переробки відходів [1; 2].

Недостатніми є норми адміністративної та кримінальної відповідальності за порушення правил збирання, транспортування і використання промислових та інших відходів [1].

Методика досліджень

Проблему відходів слід розглядати у рамках єдиного підходу до соціально-екологічних та ресурсно-технологічних аспектів як сукупність трьох складових (проблемних аспектів) [3]:

- ресурсного (розвиток вторинного ресурсокористування);
- екологічного (досягнення екологічної безпеки);
- методико-організаційного (науково-методичне, інформаційно-аналітичне, організаційно-правове забезпечення вирішення та регулювання).

Проблема відходів в Державному міжнародному аеропорту Бориспіль потребує негайного розв'язання, тому що будь-які відходи, особливо високотоксичні та радіоактивні, є одним з найголовніших чинників забруднення довкілля.

Одним із пріоритетних напрямів мінімізації накопичення промислових відходів є повернення їх у виробництво для вилучення цінних компонентів з подальшим використанням їх як вторинних ресурсів.

В Україні рівень утилізації або використання техногенних і антропогенних відходів становить від 5 до 12 % від їх утворення. У той же час, наприклад, в Японії утилізують до 85 % відходів різного походження [4].

Розрив між обсягами нагромадження відходів і обсягами утилізації та знешкодження поглиблює екологічну кризу. Водночас відбувається невпинне зростання витрат на одержання первинної сировини для промислового виробництва.

Розміщення відходів потребує вилучення значних площ землі, а транспортування та зберігання – великих витрат підприємств. Найтоксичніші відходи потребують спеціальних заходів щодо їх знешкодження та захоронення. Тому зменшення обсягів відходів, насамперед, токсичних, полегшить їх знешкодження та зменшить шкідливий вплив на довкілля.

Результати досліджень

Ураховуючи викладене, необхідно розробити низку заходів:

- зведення до мінімуму обсягів відходів унаслідок техніко-технологічної реконструкції виробництва, більш повного та комплексного використання сировини;
- зниження токсичності залишкових відходів та їх негативного впливу на довкілля перетворенням, знищенням та ізоляцією;
- еколого-технологічне обґрунтування методів та шляхів найефективнішого знешкодження небезпечних відходів;

– реабілітацію, зокрема, рекультивацію зайнятих і забруднених відходами територій.

Генеральна мета екологічного аспекту проблеми полягає у створенні екологічно безпечних ресурсозберігаючих маловідходних та безвідходних виробництв і територіально-виробничих комплексів різного рівня, де відходи одних виробництв повністю чи частково будуть сировиною для інших, тобто каскадної системи виробництва [5].

В аеропорту Бориспіль умови зберігання та видалення відходів здебільшого не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, що є одним із чинників інтенсивного забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунту, атмосферного повітря.

Проблема ускладнюється через такі чинники [6]:

- немає належно організованої системи обліку збирання, переробки та захоронення відходів, насамперед, токсичних;
- відсутній контроль матеріального балансу виробництва, що стимулював би перехід до маловідходних технологій;
- відсутній постійний (моніторинговий) контроль руху відходів на всіх етапах – від утворення до захоронення;
- не знайдено еколого-економічної стратегії поводження з ТВ.

До відходів належать речовини, матеріали, устаткування, які при стихійних лихах або техногенних аваріях виявилися забрудненими токсичними компонентами в небезпечних концентраціях, що зробило їх непридатними і небезпечними для використання.

До небезпечних відходів відносять усі види виробів, матеріалів і устаткування, які містять токсичні компоненти в міграційноздатній формі в концентраціях, що перевищують граничнодопустиму концентрацію (ГДК), і непридатні для використання у зв'язку з закінченням терміну придатності або через будь-які інші причини [7].

З цих позицій треба буде створити генетичну класифікацію, що охоплює все різноманіття джерел утворення небезпечних відходів:

А – небезпечні відходи, що створюються і накопичуються в режимі регламентного функціонування таких техногенних систем сфери виробництва і послуг, що використовують сировину або продукцію, яка містить небезпечні, зокрема, токсичні, компоненти, і в яких виникають проміжні продукти або кінцева продукція, яка містить ці компоненти;

Б – непридатні для використання матеріали або продукція, що містять токсичні речовини і повинні бути вилучені зі сфери споживання (застарілі пестициди й отрутохімікати, бойові отруйні речовини, які підлягають знищенню, непридатні до вживання ліки і т. д.);

В – небезпечні відходи аварійного походження, що виникають унаслідок небезпечного забруднення токсичними речовинами ґрунтів, водойм, рослинності, предметів споживання, матеріалів і устаткування під час стихійних лих і техногенних катастроф;

Г – відходи якогось типу, переважно комунальні (побутові) і змішаного промислово-побутового типу, забруднені небезпечні відходи, які утворюються, коли в звалища і нагромаджувачі безпечних відходів скидаються небезпечні відходи (пестициди, консерванти для деревини, барвники, нафтопродукти, розчинники, акумулятори і т.д.) [8].

Вторинне ресурсокористування можна регулювати впливом на економічний механізм ресурсокористування [9]:

- квоти і плати за ліцензії на використання первинних ресурсів;
- транспортних тарифів на перевезення сировини;
- плати за розміщення і видалення (ліквідацію і захоронення) відходів;
- інвестиційної політики;
- кредитної і податкової політики;
- пріоритетного фінансування розробки і впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Перевантажувальна станція повинна бути спроектована для забезпечення (рис. 1):

- ефективного поводження з відходами;
- довговічності обладнання та споруд;
- простоти експлуатації;
- гнучкості у здійсненні видозмінювання або розширення установки.

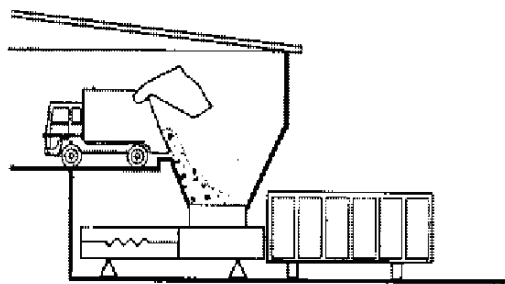


Рис. 1. Принципи будови перевантажувальних станцій з пересуванням

При визначенні місцезнаходження перевантажувальної станції слід урахувати такі фактори:

- наближеність до районів збирання відходів;
- зручність доступу до території перевантажувальної станції;
- зручність доступу до ділянки видалення відходів;
- використання прилеглої землі;
- існуючі плани на використання землі.

Якщо для конкретного виду відходів розроблено та впроваджено технологію утилізації, знешкодження або оброблення, які призводять до усунення чи значного зменшення негативного впливу відходів, слід визначати клас небезпеки відходів за LD_{50} :

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})}{S + 0,1 \times F + C_b}, \quad (1)$$

де i – порядковий номер конкретного інгредієнта; $\lg(LD_{50})$ – логарифм середньої смертельної дози хімічного інгредієнта при введенні в шлунок (LD_{50} – знаходять за довідниками); S – коефіцієнт розчинності хімічного інгредієнта у воді; F – коефіцієнт леткості хімічного інгредієнта; C_b – кількість даного інгредієнта в загальній масі відходу.

Індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта K_i , що входить до складу відходу, округлюють до першого знаку після коми.

За допомогою довідника знаходять розчинність хімічного інгредієнта у воді в грамах на 100 г води при температурі не вище 25°C . Це значення ділять на 100 і отримують безрозмірний коефіцієнт S , який в більшості випадків знаходиться в інтервалі від 0 до 1. За допомогою довідників визначають тиск насиченої пари інгредієнтів відходу при температурі 25°C , що мають температуру кипіння при 760 мм рт. ст. не вище 80°C . Одержане значення ділять на 760 і отримують безрозмірне значення коефіцієнта леткості хімічного інгредієнта F , яке знаходиться в інтервалі від 0 до 1.

Після розрахунку індексу токсичності K_i для інгредієнтів відходу, вибирають не більше трьох, але не менше двох ведучих, які мають найменші індекси токсичності K_i . При цьому $K_1 < K_2 < K_3$. Крім того, повинна виконуватися умова $2K_1 > K_3$:

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum K_i \cdot n \leq 3. \quad (2)$$

Сумарний індекс токсичності K_Σ обчислюється за допомогою двох або трьох вибраних індексів токсичності. За допомогою табл. 1 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

Таблиця 1

Класифікація небезпеки відходів за LD_{50}

Індекс токсичності, K_i	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 1,3	I	Надзвичайно небезпечні
Від 1,3 до 3,3	II	Високонебезпечні
Від 3,4 до 10	III	Помірно небезпечні
Від 10 і більше	IV	Малонебезпечні

За відсутності LD_{50} для інгредієнтів відходу, але за наявності класу небезпеки цих інгредієнтів у повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88) необхідно у формулу (1) підставити умовні величини LD_{50} , що орієнтовно визначені за показниками класу небезпеки в повітрі робочої зони (табл. 2).

Таблиця 2

Умовні величини LD_{50}

Клас небезпеки в повітрі робочої зони	Еквівалент LD_{50}	$\lg(LD_{50})$
I	15	1,176
II	150	2,176
III	5000	3,699
IV	Більше 5000	3,778

Ураховуючи, що значна частина небезпечних промислових відходів не має впроваджених схем утилізації, знешкодження чи оброблення і видалється методом поховання або використовується у вигляді домішок чи прошарків на полігонах твердих промислових відходів, тобто може мати безпосередній контакт з об'єктами довкілля, для визначення класу небезпеки таких відходів слід застосовувати ГДК їх хімічних складників у ґрунті згідно з формулою

$$K_i = \frac{K_{гді}}{S + 0,1 \cdot F + C_b},$$

де $K_{гді}$ – ГДК токсичної хімічної речовини у ґрунті, що міститься у відході.

При цьому повинна виконуватися умова $2K_1 \geq K_2$ чи K_3 . Сумарний індекс токсичності K_Σ розраховують згідно з формулою (2). За допомогою табл. 3 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

Таблиця 3

Класифікація небезпеки відходів за ГДК хімічних речовин у ґрунті

Сумарний індекс токсичності, K_Σ	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 2	I	Надзвичайно небезпечні
Від 2 до 16	II	Високонебезпечні
Від 16,1 до 30	III	Помірно небезпечні
Від 30,1 і більше	IV	Малонебезпечні

Розрахунок класу небезпеки відходів за LD_{50}

У Державному міжнародному аеропорту Бориспіль утворилася 1 т відходу, яка має в своєму складі такі інгредієнти:

- хлорид миш'яку AsCl_3 5%;
- оксид миш'яку As_2O_5 5%;
- хлорид алюмінію AlCl_3 15%;
- оксид заліза Fe_2O_3 50%;
- оксид свинцю PbO 25%.

Необхідні параметри для кожного інгредієнта відходу заносимо в табл. 4.

Таблиця 4

Фізико-хімічні та токсикологічні характеристики інгредієнтів відходу

Інгредієнт	Маса	Тиск	Розчинність	LD ₅₀ , мг/кг	Клас небезпеки	Еквівалент
As ₂ O ₅	0,05	0	65,8	–	II	150
AsCl ₃	0,05	11,65	0	48	–	–
AlCl ₃	0,15	0	45,1	150	–	–
Fe ₂ O ₃	0,50	0	0	–	III	5000
PbO	0,25	0	0,2756	217	–	–

Згідно з формулою (1) розраховуємо індекс токсичності K_i кожного хімічного інгредієнта у відході. Наприклад, для As₂O₅ маємо:

$$K(\text{As}_2\text{O}_5) = \frac{\lg(\text{LD}_{50})}{S + 0,1 \times F + Cb} = \frac{\lg 150}{0,658 + 0 + 0,05} = 3,1.$$

Таким чином розраховуємо і індекси токсичності:

$$K_2(\text{AsCl}_3) = 25,9;$$

$$K_3(\text{AlCl}_3) = 3,6;$$

$$K_4(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 7,4;$$

$$K_5(\text{PbO}) = 9,2.$$

Потім упорядковуємо цей ряд за зростанням значень коефіцієнтів K_i і вводимо нову нумерацію:

$$K_1(\text{As}_2\text{O}_5) = 3,1;$$

$$K_2(\text{AlCl}_3) = 3,6;$$

$$K_3(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 7,4;$$

$$K_4(\text{PbO}) = 9,2;$$

$$K_6(\text{AsCl}_3) = 25,9.$$

Вибираємо найменші значення індексів токсичності K_i, щоб виконувалась перша умова K₁ < K₂ < K₃:

$$K_1 = 3,1;$$

$$K_2 = 3,6;$$

$$K_3 = 7,4.$$

Але тоді не виконується друга умова 2K₁ > K₃.

У цьому разі беремо тільки два значення:

$$K_1 = 3,1;$$

$$K_2 = 3,6$$

і визначаємо сумарний індекс токсичності згідно з формулою 2:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{4}(3,1 + 3,6) = 1,675.$$

Згідно з табл. 1, сумарний індекс небезпеки відповідає II-му класу небезпеки.

Приклад розрахунку хімічних речовин у ґрунті

Нехай в Державному міжнародному аеропорту Бориспіль утворилося 1000 кг гальванічних шламів, які мають в своєму складі такі інгредієнти:

- сульфід міді CuSO₄ 15%;
- хлорид миш'яку AsCl₃ 15%;
- нітрат свинцю Pb(NO₃)₂ 10%;
- хлорид марганцю MnCl₂ 50%;
- оксид ванадію V₂O₃ 10%.

Необхідні параметри для кожного інгредієнта відходу заносимо в табл. 5.

Таблиця 5

Фізико-хімічні характеристики інгредієнтів відходу

Інгредієнт	Маса	Тиск	Розчинність	ГДК у ґрунті
CuSO ₄	0,15	0	20,4	3
MnCl ₂	0,50	0	73,9	1500
AsCl ₃	0,15	11,65	0	2
Pb(NO ₃) ₂	0,1	0	52,2	30
V ₂ O ₃	0,1	0	0	150

За формулою (1) визначаємо індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта у відході.

Наприклад, для CuSO₄ маємо:

$$K(\text{CuSO}_4) = \frac{\lg(\text{LD}_{50})}{S + 0,1 \cdot F + Cb} = \frac{3}{0,204 + 0 + 0,15} = 8,5.$$

Таким чином розраховуємо і індекси токсичності:

$$K_2(\text{MnCl}_2) = 1210;$$

$$K_3(\text{AsCl}_3) = 13,3;$$

$$K_4(\text{Pb(NO}_3)_2) = 48,2;$$

$$K_5(\text{V}_2\text{O}_3) = 1500.$$

Потім упорядковуємо цей ряд за зростанням значень коефіцієнтів K_i і вводимо нову нумерацію:

$$K_1(\text{CuSO}_4) = 8,5;$$

$$K_2(\text{AlCl}_3) = 13,3;$$

$$K_3(\text{Pb(NO}_3)_2) = 48,2;$$

$$K_4(\text{MnCl}_2) = 1210;$$

$$K_6(\text{V}_2\text{O}_3) = 1500.$$

Вибираємо найменші значення індексів токсичності K_i, щоб виконувалась перша умова K₁ < K₂ < K₃:

$$K_1 = 8,5;$$

$$K_2 = 13,3;$$

$$K_3 = 48,2.$$

Але тоді не виконується друга умова 2K₁ > K₃. У цьому разі беремо тільки два значення:

$$K_1 = 8,5;$$

$$K_2 = 13,3$$

і визначаємо сумарний індекс токсичності згідно з формулою (2):

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{4}(8,8 + 13,3) = 5,45.$$

Згідно з табл. 3 сумарний індекс токсичності відповідає II класу небезпеки. Отже, впровадження заходів для зниження рівня забруднення є необхідним.

Переробка та утилізація відходів зменшують:

- обсяг відходів, які знаходяться у процесі поводження;
- витрати на поводження з ТВ;
- вплив ТВ на здоров'я людей та довкілля;
- потреби в потужностях об'єктів обробки та видалення відходів;
- обсяг надходження на полігон відходів, які біологічно розкладаються.

Крім того, переробка та утилізація відходів дозволяє:

- подовжити термін експлуатації полігонів;
- підвищити рівень переробки та утилізації відходів упаковки;
- одержати прибуток шляхом продажу перероблених матеріалів;
- зберегти недостатні природні та екологічні ресурси;
- створювати можливості зайнятості населення;
- заохочувати участь громадськості.

Існує два загальноприйнятих підходи до вилучення або отримання перероблюваних матеріалів із потоку відходів:

- відокремлення в місцях утворення, далі сортування в місцях утворення;
- відокремлення на призначених для цього об'єктах після збирання, далі центральне сортування.

Застосування закриття полігонів/звалищ категорії IV (рис. 2) необхідно для видалення на ділянці небезпечних відходів та зменшення потенційного ризику недопустимого впливу ділянки на довкілля.

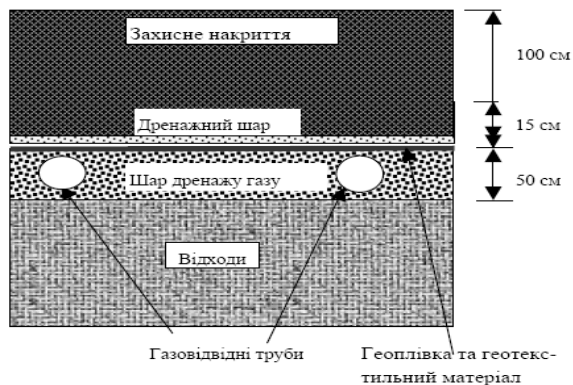


Рис. 2. Система захисного накриття для звалищ категорії IV

Захисне накриття має складатися з 50 см шару дренажу газу поверх відходів, 2 мм геоплівки з поліетилену високої щільності HDPE, 15 см дренажного шару, 75 см шару підґрунтя поверх дренажного шару, 25 см орного шару ґрунту поверх шару підґрунтя. Система захисного накриття дозволить уникнути утворення фільтрату та викидів полігонного газу та забезпечити:

- функціонування активних систем збирання або затримування фільтрату, поки концентрація забруднюючих речовин у фільтраті перевищує граничні значення, вказані законодавством або визначені для реальної ситуації з метою охорони використовуваних ресурсів підземних вод;
- активне добування полігонного газу та його обробку у системі спалювання чи використання газу як джерела енергії;
- установлення моніторингових/контрольних колодязів уверх та вниз від ділянки;
- установлення відвідних колодязів та передбачення необхідних заходів очистки забруднених підземних вод.

Вартість накриття звалища відрізняється залежно від наявності ґрунту поблизу ділянки.

Середня ціна накриття може дорівнювати близько 150 грн/м², включаючи шар дренажу газу, трубопровідну мережу для збирання газу та плівку з поліетилену високої щільності (HDPE).

Загальні принципи щодо проектування та експлуатації полігонів

До основних негативних впливів полігона на довкілля та здоров'я людей належать:

- викиди фільтрату в підземні води та поверхневі водойми;
- виділення з відходів полігонного газу;
- шум та пил, які виникають унаслідок експлуатаційної діяльності на полігоні.

Полігон повинен бути спроектований таким чином, щоб усунути або принаймні мінімізувати та контролювати ці основні негативні впливи рентабельним (ефективним з точки зору витрат) способом. Територія під полігон складається з таких ділянок:

- ділянки розміщення відходів, на якій здійснюється розміщення відходів;
- ділянки приймання відходів з адміністративними будівлями, ваговою, гаражем/цехом, пристроєм для мийки коліс і т.п.;
- буферної зони, покритих рослинністю дамб по периметру та огорожі.

Ділянка розміщення відходів повинна бути поділена на певну кількість частин/секцій, що дозволяє поетапну розробку та експлуатацію полігона.

Експлуатація в певний момент часу однієї частини/секції дає змогу мінімізувати ділянку ненакритих відходів і таким чином зменшити утворення фільтрату та виділення з ненакритих відходів неприємного запаху.

Для уникнення перерв у розробці полігонів рекомендується, щоб проектний термін

експлуатації частини/секції становив три-п'ять років.

Дамби по периметру, як правило, споруджуються у вигляді заслону навколо ділянки розміщення відходів, який забезпечує чітке розмежування відходів, а також обмежує несанкціонований доступ.

Зазвичай їх висота становить 2 м, однак у разі необхідності відгородження операцій на полігоні вони можуть бути вищими. Дамби повинні мати нахил, що забезпечує довготривалу стабільність.

Противільтраційна система днища повинна складатися з таких шарів:

- геологічного екрана мінімальною товщиною 0,5 м, який являє собою ущільнений шар глини з коефіцієнтом фільтрації меншим за $k = 10^{-9}$ м/с;
- штучної плівки товщиною 1–2 мм з поліетилену високої щільності HDPE, прокладеної безпосередньо по поверхні геологічного екрана;
- захисного геотекстильного матеріалу, прокладеного поверх плівки з поліетилену високої щільності. Противільтраційний шар зменшує інфільтрацію у відходи та контролює переміщення газу з відходів.

Противільтраційний шар виконують з ущільненого шару мінералів з низькою вологопровідністю або з синтетичної плівки, такої, як геоплівки (геомембрани) чи бентонітового покриття. Мінімальна товщина ущільненого шару мінералів повинна дорівнювати 0,5 м, а коефіцієнт фільтрації – меншим за $k = 10^{-9}$ м/с. Для синтетичних плівок, які повинні витримувати напругу від розтягнення внаслідок нерівномірної усадки відходів, можуть використовуватися еластичні матеріали, такі, як поліетилен низької щільності LDPE або лінійний поліетилен низької щільності LLDPE. Шар для збирання газу сприяє контрольованому збиранню полігонного газу та дає змогу уникнути проникнення коріння у відходи. Шар для збирання газу може бути виконаний із сипучого матеріалу або із геосинтетичного дренажного матеріалу [9].

Висновки

Зроблено спробу розв'язати важливу для нашої країни проблему, яка передбачає концентрацію і спрямування фінансових, матеріально-технічних, інтелектуальних та інших ресурсів на пріоритетні завдання і заходи щодо ресурсозбереження та зменшення негативного впливу відходів на довкілля і здоров'я людини. За обсягами утворення домінують токсичні відходи, які містять важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Серед небезпечних відходів, що утворилися, велика кількість важких металів, марганцю та його сполук, відпрацьованих формувальних сумішей, емульсій, змащувальних та охолоджувальних рідин, фосфору та його спо-

лук, кислот, нафтошламів, відходів гальванічних виробництв тощо.

Технології переробки відходів застаріли, різко зросла вартість паливно-енергетичних ресурсів і всіх видів транспортування, значно звузилася діяльність заготівельних організацій. Немає засобів ефективного впливу на підприємства, які використовують лише такі відходи, які дають негайний прибуток. Несанкціоновані звалища постійно з'являються, хоча існує адміністративна та кримінальна відповідальність за такі дії.

Поява їх зумовлена недостатньою врегульованістю цього питання, переважно через вартість перевезення відходів до звалища. Якщо вартість перевезення занадто низька, а штраф не досить високий, то це призводить до того, що водії скидають сміття на околиці міста. Було запропоновано загальну стратегію системи поводження з ТВ, що має принести такі результати:

- створення єдиної національної системи поводження з ТВ і забрудненими територіями;
- завершення формування галузі поводження з небезпечними відходами і створення механізмів її переведення в режим самофінансування;
- створення ефективної системи реагування на аварійні, катастрофічні та інші надзвичайні ситуації, пов'язані з поширенням ТВ;
- завершення видалення ТВ, зосереджених у неорганізованих поверхневих сховищах.

Література

1. Братчиков В., Виговская А., Мищенко В. Управление промышленными отходами. Кн. 2. – Учеб. пособие. – Х.: РИП «Оригинал», 2000. – 168 с.
2. Закон України «Про відходи» від 5.03.1998 р. // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 36–37. – С. 242.
3. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів від 31.08.1998 р. № 1360». – К.: Незалежне агентство екологічної інформації.
4. Программа действий: Повестка дня на XXI век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. – Женева: Центр за наше общее будущее, 1993. – С. 9.
5. Крхамбаров Я.Н., Кузьменкова А.М., Шапиро М.А. Санитарная очистка городов. – М.: Основа, 1968.
6. Bio Cycle, journal of composting and recycling. Stehouwer, R.C. June 1995. Soil Science Fundamentals: Part III. 5(6):46-52.
7. Франчук Г.М., Малахов Л.В., Півторак Р.М. Екологічні проблеми довкілля. – К.: КМУЦА, 2000. – 180 с.
8. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення. ДсанП:Р2.2.7.029-99. – К.: УНГЦ, МОЗ України, 1999. – 23 с.
9. Проект ДБН А.2.2-2003, Розд. 2.6 та Розд. 3.22–3.24, Директива ЄС Про захоронення відходів на полігоні 1999/31/ЄС, Додат. 1, розд. 3. – К.: Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства, 2004.

Стаття надійшла до редакції 11.09.06