

УДК 351.861

М.В. Болотських, Ю.В. Климчук, А.В. Поповський

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ В ЗАДАЧІ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ «КУЩОВИХ» СХОВИЩ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ З УРАХУВАННЯМ СПЕЦИФІКИ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

В роботі проведено аналіз впливу на навколишнє природне середовище звалищ твердих побутових відходів. Запропоновано регіональний (районний) підхід до розміщення звалищ (заводів) з первинної переробки останніх. З урахуванням специфіки міської інфраструктури проведено формалізацію обмежень для задачі раціонального розміщення сховищ.

Ключові слова: сховища твердих побутових відходів, раціональне розміщення, міська інфраструктура

Вступ

Постановка проблеми. Проблема екологічної небезпеки твердих побутових відходів (ТПВ) гостро стоїть перед кожним населеним пунктом України. Ця небезпека пов'язана з усіма стадіями поводження з ТПВ, починаючи з їх збирання і транспортування та закінчуючи переробленням, утилізацією або захороненням. Побутові відходи вносять вагомий внесок у забруднення навколишнього природного середовища. Вони утворюються в процесі життя і діяльності людини всюди, де вона знаходиться: у житлових будинках, виробничих підприємствах, адміністраціях, громадських організаціях, невиробничих установах, лікувальних, торговельних та інших закладах. Це найбільша за обсягами накопичення група відходів споживання, яка відрізняється від усіх інших відходів за своїм походженням та складом.

Специфічною відмінністю твердих побутових відходів є велика різноманітність та непередбаченість їх складу. Через присутність в твердих побутових відходах органічних компонентів (особливо харчових відходів) з високою вологістю, вони є джерелом антисанітарії та екологічного забруднення оточуючого природного середовища.

Тверді побутові відходи створюють санітарно-гігієнічну та епідеміологічну небезпеку внаслідок неприємних запахів та шкідливих хімічних сполук, які можуть бути присутні або утворюються в них при біологічному розкладанні органічних компонентів відходів, а також внаслідок присутності в них збудників інфекційних та паразитарних хвороб та внаслідок високої бактеріальної і гельмінтологічної забрудненості.

Практика первісного накопичення та збору і вивезення змішаних міських твердих побутових відходів, що склалася у переважній більшості населених пунктів України, обумовлює антисанітарні умови на всіх етапах поводження з ТПВ внаслідок біологічного розкладання (гниття) органічних компонентів, суттєво ускладнює сортування та відбір сировини, перетворює полігон та звалища для розміщення ТПВ в екологічно небезпечні об'єкти, на яких виділяється біогаз, що забруднює атмосферне повітря та фільтрат, що забруднює ґрунтові води [1, 2].

У той же час сфера поводження з твердими побутовими відходами, як у великих промислових містах, так і в малих містах та селищах міського типу потребує докорінного перегляду існуючої концепції щодо їх утилізації з використанням «кущових» сховищ первинної переробки з їх економічною та екологічною перевагами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на чисельні багаторічні дослідження та публікації [3 – 6] в галузі екологічно чистого виробництва, проблема утилізації та переробки твердих побутових відходів залишається актуальною про що свідчить той факт, що у містах і селищах міського типу щороку нагромаджується близько 40 млн. куб. метрів сміття, яке знешкоджується на 771 міському звалищі, з яких майже 80 відсотків експлуатуються без дотримання запобіжних заходів щодо забруднення підземних вод і повітряного басейну, та 4 сміттєпалювальних заводах, технологічне обладнання яких не відповідає сучасним екологічним вимогам. Натомість традиційна технологія знешкодження міського сміття на звалищах безперспективна і не може бути прийнятною для населення малих міст та сільської

місцевості. Останнє змушує шукати нових раціональних та прогресивних рішень щодо зменшення ризику небезпеки забруднення побутовими відходами навколишнього середовища та мінімізації їх негативного впливу на життєдіяльність людини.

Основна частина

Постановка задачі та її розв'язання. Постановка задачі раціонального розміщення полігонів і сховищ промислових та побутових відходів наведена в роботі [7] і має наступний вигляд.

Нехай існує область S_0 , що являє собою відповідний геометричний об'єкт, і в якій необхідно визначити оптимальне місце розташування сховища радіоактивних відходів S . Об'єкт S_0 містить в собі області заборони S'_i , $i=1, \dots, N'$ (N' – кількість областей заборони). В області S_0 також задано множини населених пунктів (місць відпочинку і т. ін.) S''_j , $j=1, \dots, N''$ (N'' – кількість населених пунктів в S_0) та сітку доріг D , що має вигляд графу. Необхідно визначити оптимальне місце розташування сховища $u_s = u_s(x^*, y^*)$ за умови мінімуму витрат на транспортування та захоронення радіоактивних відходів:

$$Q(D, u_s) \rightarrow \min_w. \quad (1)$$

При цьому область припустимих розв'язків даної задачі W описується наступною системою обмежень:

$$S \in S_0; \quad (2)$$

$$S \cap S'_i = \emptyset, \quad i=1, \dots, N'; \quad (3)$$

$$S \cap (S''_j \oplus R) = \emptyset, \quad j=1, \dots, N''; \quad (4)$$

$$V(S) \leq V^*. \quad (5)$$

Тут R – множина, що являє собою коло відповідного діаметру, причому діаметр даного кола являє собою мінімально припустиму відстань від сховища S до населених пунктів S''_j , $j=1, \dots, N''$; $V(S)$ – місткість сховища S ; V^* – припустима місткість сховища.

Таким чином, обмеження (2) являє собою вимогу розміщення сховища в області S_0 ; обмеження (3) – умову не належності сховища областям заборони S'_i , $i=1, \dots, N'$; обмеження (4) – умову розміщення сховища на заданому віддаленні від первинних джерел утворення ТПВ S''_j , $j=1, \dots, N''$; вираз (5) – умова обмеження місткості сховища.

Для того, щоб записати загальну математичну модель задачі (1)–(5), необхідно, перш за все, формалізувати її обмеження. В зв'язку з цим, найбільший інтерес представляють обмеження (2)–(4), пов'язані з неперетином та торканням відповідних геометричних об'єктів. Для формалізації даних обмежень використовуємо математичний апарат Ф-функцій [8], що явля-

ють собою узагальнення поняття функції щільного розміщення, введеного в [9–11].

Характеристична властивість Ф-функції полягає в тому, що:

$$\Phi_{12}(x_1, y_1, x_2, y_2) > 0;$$

якщо $\Phi_{12}(x_1, y_1, x_2, y_2) = 0$,

то $\text{int } S_1(x_1, y_1) \cap \text{int } S_2(x_2, y_2) = \emptyset$;

якщо $\Phi_{12}(x_1, y_1, x_2, y_2) < 0$,

$$\text{int } S_1(x_1, y_1) \cap \text{int } S_2(x_2, y_2) \neq \emptyset.$$

Тут $S_1(x_1, y_1)$ і $S_2(x_2, y_2)$ – геометричні об'єкти з відповідними параметрами розміщення; $\text{int } S_1(x_1, y_1)$, $\text{int } S_2(x_2, y_2)$ і $\text{cl } S_1(x_1, y_1)$, $\text{cl } S_2(x_2, y_2)$ – внутрішність і замикання об'єктів $S_1(x_1, y_1)$ і $S_2(x_2, y_2)$.

Таким чином, характеристична властивість Ф-функції дозволяє говорити про перетин, неперетин і торкання відповідних точкових множин.

Використовуючи характеристичну властивість Ф-функцій здійснимо формалізацію обмежень (2)–(4) даної задачі.

Умова (2), що полягає у належності об'єкта S області S_0 , може бути представлена як умова взаємного неперетину об'єкта S з параметрами розміщення (x, y) та об'єкта cS_0 (доповнення S_0 до простору R^2 , тобто $S_0 \cup cS_0 = R^2$) з параметрами розміщення (x_0, y_0) :

$$\Phi_0(x_0, y_0, x, y) \geq 0 \quad (6)$$

Умова (3) може бути записана таким чином:

$$\Phi'_i(x, y, x'_i, y'_i) \geq 0, \quad i=1, \dots, N'. \quad (7)$$

Умова (4) може бути формалізована таким чином:

$$\Phi''_j(x, y, x''_j, y''_j) \geq R, \quad j=1, \dots, N''. \quad (8)$$

Необхідно відзначити, що у виразі (8) необхідно використовувати нормалізовану Ф-функцію [12], яка описує відстань між ф-об'єктами [8].

Висновки

В даній роботі здійснено формалізацію обмежень в задачі раціонального розміщення «кущових» сховищ твердих побутових відходів. У подальшому, на основі одержаних результатів, буде записана загальна математична модель раціонального «кущових» сховищ та досліджено її особливості.

Список літератури

1. Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році: Національна доповідь / [укладач Ю.Ю. Колесніченко]. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2009. – 235 с.
2. Про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році: Національна доповідь / [укладач Ю.Ю. Колесніченко]. – К.: Чорнобильінтерінформ, 2010. – 240 с.

3. Управление промышленными отходами: [Уч. пособ. в 2 кн. – Кн. 1] / А.Грищенко, Е. Макаровский, И. Черванев, И. Шеренков. – Х.: РИП «Оригинал», 2000. – 80 с.

4. Избавление биосферы от токсических отходов. Проблема и пути ее эффективного решения. – Соликамск: Сильвинит. – 1995. – 247 с.

5. Экологический мониторинг: измерение радиуса зон загрязнения приземного слоя атмосферы вблизи промышленных объектов / [И.Б. Широков, О.В. Шабалина] / Инж. экол. № 5. – 2004. – С. 51 – 58.

6. Лукашов В.П. Переработка и обезвреживание промышленных и бытовых отходов с применением низкотемпературной плазмы / В.П. Лукашов, А.И. Янковский // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки. – 1995. – № 5. – С. 56-66.

7. Постановка задачі раціонального розміщення полігонів та сховищ промислових та побутових відходів / [Климчук Ю.В., Соболев О.М., Гютюник В.В., Шевченко Р.І.] / Системи озброєння і військова техніка. – Вип. 1(21). – Х.: ХУПС, 2010. – С. 225-227.

8. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.

9. Стоян Ю.Г. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов / Ю.Г. Стоян, Н.И. Гиль. – Киев: Наукова думка, 1976. – 246 с.

10. Гиль М.І. Функція цільного розміщення та її особливості / М.І. Гиль, Ю.Г. Стоян / Доп. АН УРСР. Сер.А. – 1973, №4. – С. 350-353.

11. Стоян Ю.Г. Размещение геометрических объектов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 239 с.

12. Stoyan Yu.G. Φ -function and its basic properties / Yu.G. Stoyan // Докл. НАН Украины. Сер. А. – 2001, №8. – С. 112-117.

Надійшло до редколегії 5.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Фоменко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ В ЗАДАЧЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ «КУСТОВЫХ» ХРАНИЛИЩ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н.В. Болотских, Ю.В. Климчук, А.В. Поповский

В работе проведен анализ влияния на окружающее природную среду хранилищ твердых бытовых отходов. Предложен региональный (районный) подход к размещению хранилищ (заводов) по первичной переработке последних. С учетом специфики городской инфраструктуры проведено формализацию ограничений для задачи рационального размещения хранилищ.

Ключевые слова: хранилища твердых бытовых отходов, рациональное размещение, городская инфраструктура.

LIMITATIONS FORMALIZATION IN RATIONAL LOCATION PROBLEM OF PRIMARY TREATMENT HARD DOMESTIC WASTE CLUSTERED STORAGE SUBJECT TO URBAN INFRASTRUCTURE SPECIFIC CHARACTER

N.V. Bolotskikh, Yu.V. Klimchuk, A.V. Popovskiy

The impact on the environment storage of solid household waste has been analyzed in this paper. A regional approach to the placement of storage of primary processing has been suggested. Taking into account the specific of urban infrastructure formalization of limitations is conducted for the task of the rational placing of storages.

Keywords: storage of solid household waste, rational distribution, urban infrastructure.