

УДК 628.4:504

Луньова О.В., к.т.н.

Донецький національний технічний університет, м. Донецьк

**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СПОСОБІВ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ
ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ**

Проаналізовано три основні способи поводження з твердими побутовими відходами: депонування на полігонах, спалювання, переробка. Виявлено їх переваги та недоліки. Наведено схему розташування твердих побутових відходів на території Донецької області та схему негативного впливу смітника твердих побутових відходів на сфери навколишнього природного середовища.

Постановка проблеми

За останні десятиліття спостерігається стрімка тенденція до зростання кількості відходів. Щорічний приріст твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні становить близько 35 млн м³, а накопичена за всі роки їх кількість досягає більше 3 млрд м³. Тільки в Донецькій області щорічний приріст ТПВ становить 6 млн м³ (350-400 кг/рік на 1 людину). У Донецькій області площа земель, зайнятих відходами, наближається до 2 % території всієї Донецької області, що за площею відповідає території, яка перевищує площу м. Донецька в 1,5 рази, при цьому тут практично відсутні установки для утилізації відходів як промислових, так і побутових, а також немає полігонів для складування відходів, обладнаних з урахуванням сучасних вимог екологічної безпеки. Всі відходи вивозяться на міські смітники (приблизно 700), з яких 80 % експлуатуються без дотримання заходів щодо охорони навколишнього природного середовища (НПС). Технологічне обладнання сміттєспалювальних заводів застаріло та не відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки. У цілому людська діяльність призводить до істотних змін у НПС і в перспективі може привести до глобальної екологічної кризи.

Мета статті

В даній статті проаналізовано основні способи поводження з твердими побутовими відходами.

Виклад матеріалу й результати

Відомо понад двадцять способів знешкодження й утилізації відходів. Більшість із цих способів не набули значного поширення на практиці через високу вартість переробки або технологічні труднощі. У даний час на практиці під час поводження з ТПВ використовуються три основних способи: депонування на полігонах, спалювання, переробка.

Депонування на полігонах. Загальна площа території, на якій розташована Україна, становить 579 тис. км², 4 % якої зайняті смітниками [1]. Площа земель, які збереглися в природному стані, — усього лише 50 тис. км², що становить 8 % від загальної площі та наближається до критичного стану. Маса накопичених у Донецькій області відходів — приблизно 4 млрд т, а площа земель, зайнятих відходами, наближається до 2 % території всієї Донецької області [2]. Усього по Україні функціонує більше 12 тис. смітників, із яких несанкціонованих — близько 6,7 тис., невпорядкованих — близько 5,3 тис.

Депонування ТПВ на полігонах, яке практикується в Україні, — це найпоширеніший спосіб поводження з відходами. Найбільші площі, залучені під полігони, знаходяться у Донецькій, Одеській, Запорізькій, Дніпропетровській та Луганській областях [3]. Більшість полігонів уже переповнена, 80 % з них не відповідають вимогам екологічної безпеки. За дани-

ми Мінжилкомунгоспа у 2005 р. обсяг вивезених відходів досяг 50,55 млн м³, що порівняно з даними минулого року на 8 % більше [4]. За даними Держкомстату України щорічно кількість відходів, похованих на полігонах України, зростає: якщо в 2000 р. поховано на полігонах 760,6 тис. т відходів I-III класу небезпеки, в 2003 р. — 931,7 тис. т, то в 2006 р. — 1057 тис. т [5].

За даними Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Донецькій області на 2008 р. у Донецько-Ясинуватському районі було видано «Дозволи й ліміти на утворення і розміщення відходів» трьом підприємствам, які займаються депо-нуванням побутових відходів на полігонах:

1) дозвіл № 45.01 від 24.10.2007 р. на розміщення відходів у 2008 р. ТОВ «СВД плюс», розташованого за адресою: 83096, м. Донецьк, вул. Куйбишева, 96;

2) дозвіл № 13.78 від 25.03.2008 р. на розміщення відходів ТОВ «Гринко-Дон», розташованого за адресою: 83023, м. Донецьк, вул. Лабутенка, 14;

3) дозвіл № 13.01 від 29.10.2007 р. на розміщення відходів у 2008 р. КАТП «Саночистка Петровського району» (Петровський полігон № 4), розташованого за адресою: 83038, м. Донецьк, вул. Магдебурзька, 17).

У табл. 1 надано нормативно-припустимий обсяг утворення відходів для полігонів зазначених підприємств, дозволена й розміщена кількість ТПВ на них станом на 2008 р.

Таблиця 1

Ліміти на утворення і розміщення відходів¹⁾

Підприємства	Нормативно-припустимий обсяг утворених відходів, т/рік	Ліміт на розміщення ТПВ, т/рік	Розміщено на полігоні ТПВ, т/рік	Обсяг накопичення ТПВ, т/рік
ТОВ «СВД плюс»	752079,9	51455,74	51455,74	104680
ТОВ «Гринко-Дон»	295700	295700	295700	-
КАТП «Саночистка Петровського району»	95000	95000	95000	1780000
Разом по Донецько-Ясинуватському району	1142779,9	442155,74	442155,74	-

¹⁾Джерело: дані Держуправління охорони навколишнього природного середовища в Донецькій області.

За даними роботи [2] у цей час ведуться роботи з будівництва полігонів у Маріуполі, Ясинуватій, Новоазовську, Кураховому та Ялті. У свою чергу це призводить до вилучення з обороту великих площ земельних угідь, що негативно позначається на стані НПС.

Розташування несанкціонованих смітників, полігонів ТПВ, які мають і не мають дозволу на розміщення відходів протягом 2007 р., а також розташування полігонів промислових відходів показано на рис. 1 (згідно з даними Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Донецькій області)

Полігон ТПВ являє собою штучне утворення твердих побутових відходів, які під впливом світла й погоди піддаються природному старінню. Старінню піддаються всі матеріали з неорганічних і органічних речовин, у тому числі металеві відходи. Відходи з органічних речовин природного походження (целюлозно-паперові, волокнисті матеріали, картон, різноманітні харчові відходи) піддаються старінню під впливом різних факторів і особливо у теплий період року.

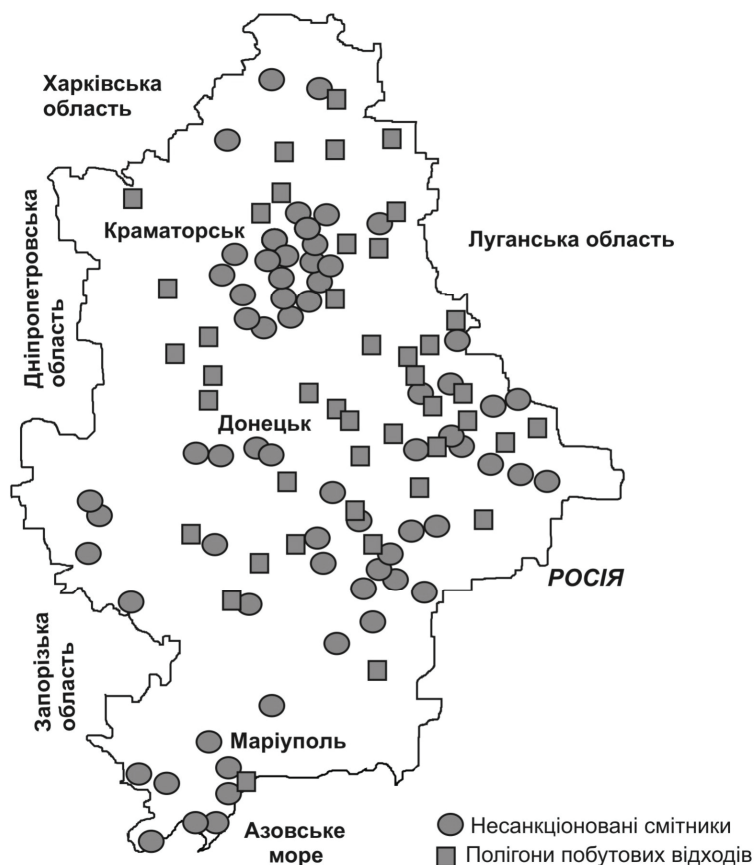


Рис. 1. Розташування твердих побутових відходів на території Донецької області

У товщі відходів полігонів через наявність вологості, пористості й органічних компонентів створюються умови для активного розвитку мікробіологічних процесів. Товщу відходів полігону умовно можна розділити на три зони: аеробну, перехідну й анаеробну. В аеробній зоні (верхньому шарі — до 1-1,5 м) під впливом мікрофлори відбувається окислювання органіки. Воно триває близько двох місяців. Побутові відходи розкладаються до оксиду вуглецю, нітратів, сульфатів і ряду інших простих сполук. Мінералізація відходів походить від поверхні вглиб протягом першого року на 10-15 см.

У перехідній зоні відбувається денітрифікація, тобто відновлення нітратів і нітритів до газоподібного азоту й оксиду. Зі зменшенням запасів кисню в порах складованих відходів починає збільшуватися кількість анаеробних мікроорганізмів і відбуваються анаеробні процеси, у результаті чого утворюється анаеробна зона, що має найбільший об'єм.

Необхідну для життєдіяльності енергію анаеробні мікроорганізми одержують у результаті розщеплення органічних речовин, переважно вуглеводнів і складних органічних кислот з утворенням більш простих продуктів (метану, сірчистих сполук заліза, марганцю, водню, аміаку, діоксиду вуглецю, азоту і води, при цьому утворюється біогаз).

Основними компонентами біогазу є метан (50-70%) і діоксид вуглецю (30-40%).

І вуглекислий газ, і метан належать до «парникових газів», відповідальних за глобальне потепління клімату землі, причому CH_4 у 20 разів «шкідливіше» CO_2 . За даними Інституту газу НАН України зразковий склад біогазу: CO_2 — 30,2%; CH_4 — 69,3%; N_2 — 0,3%; H_2S — 0,2%. Біогаз токсичний, горючий, його середня калорійність становить приблизно 5500 Ккал/м^3 за щільністю $1,02 \text{ кг/м}^3$. Показник токсичності визначається наявністю мікродомішок (наприклад домішки сірководню). Біогаз, який має різкий неприємний запах, належить до парникових газів та є об'єктом уваги громадськості [6, 7]. Біогаз у процесі переміщення із глибини смітника на поверхню витісняє повітря, яке є у верхніх шарах відходів, а у

рослин, які ростуть на поверхні смітника, затримується ріст і створюються несприятливі умови для їх існування. Він може також проникнути в підвали, шахти, тим самим витиснути наявне там повітря, що створить небезпеку вибуху.

У товщі відходів під впливом атмосферних опадів одночасно зі смітниковим газом утворюються й рідкі токсичні продукти — фільтрати, які захоплюють розчинені й суспендовані тверді речовини та продукти біорозпаду. Через високу токсичність фільтрат має збиратися в систему збору, що відрізняє полігон ТПВ від смітника. Токсичність фільтратів у більшості випадків пояснюється не тільки розпадом ТПВ, але і його контактом із промисловими відходами й відходами з лікарняних установ, які вивозять на побутові полігони й смітники, порушуючи тим самим правила поводження з ними.

Стихійні смітники на відміну від полігонів ТПВ є більш небезпечними. Непрофесійний вибір місця для депонування дозволяє фільтрату досягти водоносних горизонтів, унаслідок чого забруднюється питна вода, — а це ще одна найважливіша складова, що впливає на здоров'я населення і його екологічну безпеку (рис. 2).

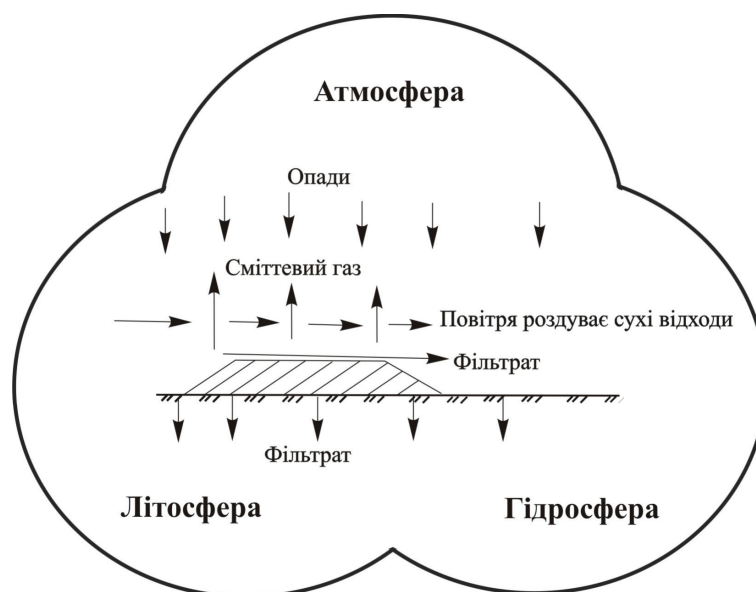


Рис. 2. Схема негативного впливу смітника твердих побутових відходів на сфери навколишнього природного середовища

Для складування ТПВ на полігонах необхідна наявність великих земельних ділянок, які знаходяться поза межею населеного пункту, що пов'язано з транспортними витратами. Місця складування ТПВ призводять до виникнення пожеж, а мікроорганізми, які виявляються у ТПВ, є збудниками різних хвороб, таких як гепатит, туберкульоз, алергійних, шкірних та інших хвороб і, що дуже важливо з економічної точки зору, практично немає прибутку від таких земельних ділянок.

Депонування, з точки зору вторинного використання, спричиняє втрату цінних компонентів, які входять до складу ТПВ. Як свідчить досвід розвинутих країн, рівень використання відходів може досягати 60% від обсягу їх щорічного утворення. Такі заходи приведуть до істотного поліпшення екологічного стану населених пунктів і країни в цілому, а також нададуть можливість одержання значної економічної вигоди за рахунок використання вторинної сировини. В умовах постійного дефіциту природних ресурсів (газ, вугілля) при переробці відходів можна використовувати їх тепловий потенціал (для опалення населених пунктів тощо).

Сміттєпереробка. Принцип переробки відходів засновано на їх природному біорозпаді в аеробних умовах. Процес біологічного знешкодження ТПВ при способі компостування здійснюється таким чином, що за наявності вологи й кисню в середовищі ТПВ розвиваються аеробні бактерії. У першу чергу розвивається група мезофільних аеробних бактерій, які розщеплюють деякі органічні сполуки, що приводить до виділення енергії. Після цього починає акти-

вно розвиватися група термофільних аеробних бактерій, які розщеплюють більш стійкі органічні сполуки, при цьому енергія, що виділяється, розігріває ТПВ до 60°C і більше.

У світовій практиці спосіб компостування розвивався як альтернатива спалюванню. У Європі перший сміттєперероблювальний завод (СПЗ) був побудований у 1932 р. у Нідерландах, у СРСР перший експериментальний завод був зданий в експлуатацію у 1970 р. в Ленінграді. У Європі, Японії та США спосіб компостування застосовують для переробки близько 2% ТПВ [8]. СПЗ працюють як у багатьох європейських країнах, так і у великих містах СНД: Санкт-Петербурзі, Мінську, Тбілісі, Алма-Аті, Ташкенті та ін.

Стадія компостування є біотермічною, вона заснована на природних, прискорених реакціях трансформації сміття при доступі кисню у вигляді гарячого повітря. У більшості випадків метод компостування застосовується для рослинних відходів. В Україні цей метод найчастіше використовується у приватних будинках або на присадибних ділянках, де в компостних ямах утворюється добриво.

У компості, який використовується як добриво, може виявитися підвищений вміст важких кольорових металів, які потім будуть накопичуватися в сільськогосподарських культурах, вирощених за допомогою такого добрива. У мікрокількостях ці домішки необхідні людині й рослинам для розвитку, але їх надлишок викликає важкі захворювання. Відходи, які залишаються після компостування, необхідно або складувати, або спалювати (або піддавати піролізу), що в економічному плані викликає додаткові витрати, у зв'язку з чим більшість СПЗ у цей час є збитковими.

Спалювання. Перші сміттєспалювальні заводи (ССЗ) з'явилися у США, а вже починаючи з 1970-х років було побудовано сотні таких заводів, поставивши тим самим на потік процес масового сміттєспалювання. За США цим шляхом пішли й більшість країн Західної Європи, а також Японія. ССЗ є найбільш екологічно небезпечними. Це пояснюється тим, що при безпосередньому спалюванні різномірних за морфологічним складом ТПВ відбувається викид в атмосферу шкідливих речовин. За світовими вимогами природоохоронних стандартів вміст у газових викидах шкідливих речовин має бути: пилу — не більше 10 мг/м^3 , SO_2 — 50, HCl — 10, HF — 1, CO — 50, NO_x — 200, діоксинів — $0,1 \text{ нг/м}^3$. Вміст оксидів важких металів не повинен перевищувати 3 мг/м^3 , у тому числі кадмію, ртуті, свинцю — по $0,1 \text{ мг/м}^3$ [6].

Спалювання ТПВ відбувається в печах різних конструкцій. При цьому розрізняють:

- шарове спалювання — спалювання нероздільного потоку непідготовлених відходів у топках сміттєспалювальних казанів;
- камерне спалювання збагачених відходів, тобто звільнених від баластових складових, що мають відносно стабільний фракційний склад, у топках енергетичних казанів або цементних печах.

Перший метод — спалювання несортованих відходів — сьогодні майже не використовується. Спалювання за другим методом потребує сортування ТПВ. Сортування, як самостійна операція, приблизно 50 років застосовується в розвинутих країнах, але ця операція не вирішує проблему відходів у містах і населених пунктах. Дуже важливий недолік процесу сортування полягає в тому, що значна частина відходів потребує депонування на полігонах.

В Україні сортування через менталітет населення не може швидко і якісно знайти практичне використання. У Донецькій області працював українсько-французький проект програми ТАСІС «Розвиток сфери управління ТПВ у Донецькій області». Було обрано для проведення експерименту з сортування побутового сміття 7 населених пунктів: Краматорськ, Дружківка, Артемівськ, Макіївка, Ясинувата, Харцизьк і Красноармійський район [9]. Але дана технологія не дістала широкого застосування.

Перевагою спалювання є те, що цей процес дозволяє суттєво зменшити вагу відходів, а також усунути такі неприємні властивості як: запах, виділення токсичних рідин, бактерій, привабливість для птахів і гризунів. Однією з основних переваг способу є додаткова енергія, яку можна використовувати для одержання електроенергії або опалення приміщень.

Встановлено, що спалюванню разом із перевагами властиві еколого-економічні недоліки:

1. Під час спалювання в атмосферу викидається високодисперсний пил (25-50 кг/т ТПВ) і шкідливі гази.

До складу високодисперсної легкої золи входять мінеральні частки й незгорілі частки органічних речовин, вона є канцерогенним компонентом. Газоподібні викиди складаються з: діоксида вуглецю CO_2 і водяних парів, які призводять до «парникового ефекту», сполук важких металів, продуктів неповного згоряння (ПНЗ), до яких належать поліароматичні вуглеводні, галоїдні вуглеводні: так звані поліхлор(бром)дібензодіоксини й поліхлор(бром)дібензофурані.

Шлаки, кількість яких досягає 15-30 % вихідних ТПВ, також становлять небезпеку — це вторинні тверді відходи, які заражені токсичними речовинами й потребують знешкодження або депонування. Під час охолодження шлаків водою, змиві осаду з фільтрів і т.д. утворюються стічні води, які стають токсичними через накопичення в них водорозчинних сполук важких металів і часток легкої золи. Зазначені речовини дуже небезпечні для здоров'я людини, викликають кислотні дощі та впливають на зміну клімату.

2. Під час спалювання утворюється зола (III-й клас небезпеки), забруднена небезпечними речовинами (наприклад важкими металами), яка за вагою становить 15-40% від вихідної ваги відходів. Через свої хімічні та фізичні властивості така зола не може бути похована на звичайних смітниках.

3. Спалювання — це високо технологічний складний процес, який потребує складного багаторівневого очисного обладнання через підвищені санітарні норми.

4. Потребує попереднього етапу обробки ТПВ, що полягає в сортуванні відходів, яке в більшості випадків виконується вручну (видалення великих об'єктів, металів, додаткове здрибнення, сортування, вилучення батарейок, акумуляторів, пластику, металів для зменшення небезпеки одержання токсичних газових викидів).

5. Призводить до знищення цінних органічних та інших компонентів ТПВ, які можна використовувати вторинно.

6. Спалювання — дуже дорогий процес, що потребує великих експлуатаційних витрат (досвід роботи України і європейських ССЗ свідчить, що за собівартістю спалювання ТПВ обходиться у два рази дорожче, ніж складування на полігонах). Половина капітальних витрат іде на установку системи повітроочищення, а третина — на оплату депонування одержуваної золи.

В Україні спалюють менше 2% сміття, у Росії — близько 2%, у США й Великобританії — 10%, в Німеччині, Італії та Франції — 20-40%, у Бельгії та Швеції — 50%, у Данії та Швейцарії — 80%.

На ССЗ використання методу спалювання дозволяє зменшити обсяг відходів у три рази, але під час спалювання відбувається забруднення стічних вод, атмосфери, а шлаки, які утворюються, потребують спеціальної обробки. Досвід експлуатації ССЗ протягом декількох десятиліть свідчить, що будівництво ССЗ не вирішує проблеми ТПВ, а тільки збільшує її.

ССЗ працює цілодобово без вихідних днів, а одержуване тепло використовують у міській системі тепlopостачання. ССЗ в Україні працюють у Києві та Дніпропетровську. ССЗ «Енергія», побудований у Києві ще у 1987 р., переробляє на сьогоднішній день лише 25% сміття та сильно забруднює НПС, тому що технології, які використовуються, дуже застаріли.

Під час спалювання 1 т ТПВ утворюється близько 4-8 тис. м³ димових газів, в яких містяться оксиди азоту й сірки, хлористий водень, поліароматичні вуглеводні, хлорбензоли й важкі метали, та 25-40% за масою золи й пилу, в яких містяться ті самі речовини. Важкі метали, які сорбуються частками легкої золи, у середньому містять: алюмінію — 12,05 мг/м³; цинку — 3,08; свинцю — 1,76; міді — 0,185; олова — 0,167; кадмію — 0,071; хрому — 0,044; ртуті — 0,001 мг/м³. Експлуатація ССЗ протягом декількох десятиліть додала до проблеми смітників проблему забруднення НПС димовими газами.

Висновки

Проблема утилізації відходів та побутового сміття є актуальною, в першу чергу, через негативний вплив на навколишнє природне середовище, її вирішенням стурбовані вчені у всіх країнах світу. Застосовувані способи утилізації ТПВ (полігонне депонування, спалювання, сміттепереробка та поряд з тим сортування відходів) мають ряд незаперечних недоліків: насамперед, майже всі хімічні речовини, які містяться в ТПВ, шкідливо впливають на здоров'я людей, різниця тільки в їх концентрації.

Екологічна небезпека полігонів полягає, насамперед, у тому, що вони генерують продукти розкладання відходів — фільтрат, який забруднює водні джерела, і безконтрольно викидають в атмосферу метан та інші сміттєві гази, що негативно впливають на озоновий шар Землі. До недоліків полігонів в економічному плані можна віднести: виведення з обігу на тривалий період великих площ земної поверхні; надмірно швидке переповнення існуючих полігонів; відсутність площ, придатних для розміщення полігонів на зручній відстані від великих міст, тому що через розширення міст полігони витісняються на все більш далекі відстані, що пов'язано із транспортними витратами.

Відходи після процесу компостування необхідно або складувати, або спалювати, що в економічному плані викликає додаткові витрати. Процес спалювання є високотехнологічним, він потребує великих початкових капіталовкладень і експлуатаційних витрат, дотримання санітарних норм потребує складної системи повітроочищення.

Таким чином, усі розглянуті способи поводження із ТПВ через свої недоліки не є однозначно прийнятними для вирішення проблеми утилізації ТПВ, тому головним завданням у сфері поводження з відходами є створення необхідного екологічно безпечного способу й установок для утилізації ТПВ.

Список літератури

1. Золоті сміттєзвалища Закарпаття... [Електронний ресурс]. — Режим доступу: — <http://zakarpatya.net.ua/loadnews.asp?id=20863>
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області в 2007 році; під ред. С.В. Третьякова. — Донецьк, 2008. — 151 с.
3. Про затвердження програми поводження з твердими побутовими відходами: Постанова Кабінету Міністрів України від 04.03.04 р. № 265 // Офіційний вісник України. — 2004. — № 10. — Ст. 595.
4. Єрмаков В.М. Сучасний стан сфери поводження з відходами / В.М. Єрмаков // Проблеми збору, переробки та утилізації відходів: міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 25-26 жовт. 2007 р.). — Одеса: ТОВ «ІНВАЦ», 2007. — С. 61-66.
5. Довкілля України; за ред. Ю.М. Остапчука / Державний комітет статистики України. — К., 2007. — 243 с.
6. Дарулис П.В. Отходы областного города. Сбор и утилизация. / П.В. Дарулис. — Смоленск: Смядынь, 2000. — 520 с.
7. Bogner J. Landfills as Atmospheric Methane Sources and Sinks / J. Bogner, K. Spokas, E. Burton, R. Sweeney, V. Corona // Chemosphere. — 1995. — Vol. 31. — P. 4119-4130.
8. Кучеренко В.О. Розвиток способів поводження з твердими відходами / В.О. Кучеренко, Б.О. Парахоня, І.І. Власюк // Інформаційний бюлетень Мінпромполітики України з стандартизації, метрології та управління якістю. — 2007. — № 3 (13). — С. 58-60.
9. Бенуа Плеж. Як розробити місцевий план поводження з ТПВ / Бенуа Плеж // Відходи виробництва та споживання. — К., 2006. — Вип 1. — С. 155-158.

Рецензенти: д.т.н., проф., С.П. Висоцький, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»;
д.т.н., проф., В.К. Костенко, ДВНЗ «ДонНТУ»

Стаття надійшла до редакції 23.09.10
© Луньова О.В., 2010