

УДК 669.054.8

РЕЗЕРВИ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

В.О. ОШЕЙКО, І.П. ОСТАПЧУК, О.В. ОШЕЙКО

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті викладена актуальна проблема поводження з твердими побутовими відходами, відзначені існуючі недоліки її вирішення, представлений аналіз ресурсного потенціалу ТПВ м. Києва та запропонована методика оцінки зниження екологічного навантаження на навколишнє природне середовище

Проблема забруднення міст відходами своєї життєдіяльності і її рішення виявилися надзвичайно складною науково-технічною і соціально-економічною задачею. Особлива специфіка тут виявляється в можливому зосередженні в цих відходах практично всього різноманіття речовин і матеріалів, що зустрічаються в природі і штучно створених людиною, а також в безперервному зростанні їх кількості [1, 2, 3,].

Проблема збирання, накопичення, переробки, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) є однією з найбільш болючих для функціонування будь-якого населеного пункту. ТПВ, при їх накопиченні, є джерелом суттєвої екологічної небезпеки та соціальної напруги. Кількість утворюваних ТПВ постійно збільшується, а склад їх змінюється.

Сьогодні на одного жителя Сполучених Штатів щодня доводиться близько 2 кг сміття, тобто більше 700 кг в рік. Це рекордна величина, але і в інших розвинутих країнах показники чималі — в Бельгії, Великобританії, Німеччині, Японії на одну людину щорічно доводяться 340—440 кг побутових відходів, в Австрії і Фінляндії — понад 600 кг.

За підрахунками експертів, в США кількість побутових відходів на душу населення зростає на 10% кожні 10 років, аналогічна ситуація і в інших розвинутих країнах. В Україні цей показник становить біля 280 кг.

У м. Києві щорічно утворюється і вивозиться на звалища близько 1,5 млн.т твердих побутових відходів. Обсяг вивезених ТПВ за даними [4] наведений у табл.1. Загальний обсяг ТПВ зростає з 2001 року. Спостерігається тенденція зростання кількості ТПВ на душу населення по роках. Також зростає кількість відходів, що вивозяться приватними підприємствами.

Таблиця 1. Утворення ТПВ в м. Києві за період 2001 – 2009 рр.

Показник	Кількість вивезених твердих побутових відходів (ТПВ) за роками, млн.м ³								
	2001р.	2002р.	2003р.	2004р.	2005р.	2006р.	2007р.	2008р.	2009р.
м. Київ	2,21	2,66	3,56	3,59	3,96	4,45	4,99	6,10	6,29
у т.числі:									
комунальними	2,206	2,569	3,448	3,43	3,82	4,32	4,87	5,9	6,14
приватними	0,004	0,101	0,112	0,16	0,14	0,12	0,12	0,2	0,15
Україна	26,31	29,78	36,67	32,39	37,65	43,23	46,79	44,34	46,05
Вивезених відходів в Києві від загального обсягу в Україні,%	8,45	8,65	9,68	11,09	10,54	10,37	10,65	13,70	13,69

Одним з перспективних напрямів переробки ТПВ є використання їх енергетичної складової, що дозволяє зменшити об'єми складування і отримати енергію, не використовуючи природні паливні ресурси.

Корисні властивості ТПВ характеризуються ресурсним потенціалом РП, за допомогою якого можна кількісно оцінити економію природних ресурсів за рахунок використання ТПВ. Аналіз корисних властивостей ТПВ з точки зору ресурсного потенціалу дозволяє виділити в них такі складові, як потенціал повторної сировини $РП_{вт}$, який характеризує кількість кондиційних матеріалів, виробів, які можуть бути вилучені з суміші ТПВ і використані; енергетичний $РП_{ен}$ — характеризує кількість горючих матеріалів, яке можна вилучити з суміші ТПВ і використати безпосередньо як паливо, а також як сировину для отримання палива; біологічний $РП_б$ — характеризує кількість речовини, яка може прийняти участь в процесі біологічної деструкції ТПВ (переробка аеробна, анаеробна) переходом в якісно новий стан (компост, біогаз). Загальний ресурсний потенціал ТПВ:

$$РП = РП_{вт} + РП_{ен} + РП_б = \sum РП_i \quad (1)$$

де i - складова ресурсного потенціалу, $i = 1...3$.

ТПВ, як відомо, буде гетерогенною сумішшю, яка має механічну (структурну) зв'язність за рахунок волоконних фракцій (текстиль, дріт і т.д.), а також зчепленням, що обумовлено наявністю вологих клейких компонентів. Для того, щоб скористатися енергетичним потенціалом, треба вилучити горючі матеріали з ТПВ тим або іншим способом. Тільки тоді вони перестають бути складовими відходів і стають сировиною, ресурсними матеріалами, тобто справедливий наступний ланцюжок: гетерогенна суміш ТПВ \rightarrow розділення, вилучення \rightarrow вторинні ресурси (вторинна сировина, енергоресурси).

Кількісно i -у складову ресурсного потенціала ТПВ можна оцінити наступним чином, кг;

$$РП_i = M_i = \sum M_{ij} = \kappa_i M \quad (2)$$

де $\sum M_j$ - маса j -х компонентів ТПВ, виділених для i -го потенціалу, кг; M - вихідна маса твердих побутових відходів, кг; $\kappa_i = \sum M_{ij} / M$ - питома величина i -ї складової ресурсного потенціалу, кг/кг ТПВ.

Сумарна маса j -х компонентів, виділених для i -го потенціалу $\sum M_{ij}$, характеризується часткою i -х кондиційних матеріалів, які можуть бути вилучені з ТПВ та використані.

Аналіз існуючих джерел інформації [5] дозволяє констатувати, що за останній час морфологічний склад ТПВ зазнав значні зміни.

В структурі ТПВ переважає органіка і папір. При цьому, чим більше сільського населення і приватного сектору, тим більший відсоток органічних і харчових відходів. Крім того, за останнє десятиліття відзначається ріст об'ємів пластикових пакувальних виробів. Інформація про розподіл відходів за категоріями в різних країнах світу подана на рис. 1 [6-8].

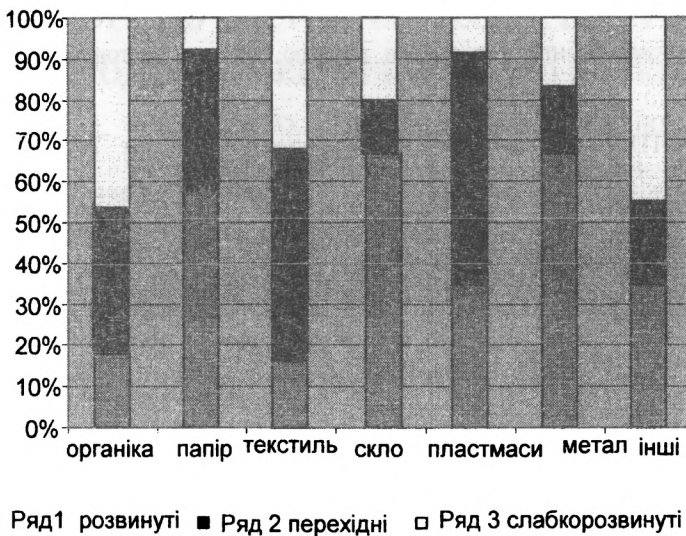


Рис.1. Розподіл відходів за категоріями у різних країнах світу

Якщо в лаборозвинених країнах з ними пов'язана перш за все санітарно-гігієнічна проблема (велика маса невикористаної органіки сприяє розповсюдженню небезпечних хвороб), то перед розвину- тими виникають складніші питання: втрата природних ресурсів, хімічне забруднення і т.п. В так званих перехідних державах (до яких, відповідно до цієї класифікації, відносяться східноєвропейські країни і держави СРСР, що був, у тому числі і Україна, а також низка південноамериканських і східно-азіатських країн) можна розглядати проблему ТБО як об'єднання обох проблем.

Зростання використання полімерних матеріалів привело до значного збільшення змісту горючих фракцій в ТПВ. За оцінками західних експертів, при досить невеликій питомій масі (5 — 9 %) відходи полімерних матеріалів складають 25 % і більш об'єму утворюється ТПВ. Багатокomпонентность відходів полімерів (світла і темна поліетиленова плівка, тара з поліетилен-терефталата, поліпропілен, поліетилен низького тиску, полівінілхлорид і вищі полімери і т.п.), їх забрудненість в суміші ТПВ ускладнюють виділення, розділення і переробку полімерів, робить її економічно не вигідною.

Текстиль також характеризується великою різноманітністю (до 150 інгредієнтів). Відходи сучасних меблів, складові основу фракції "деревина", є композицією матеріалів.

Тверді і рідкі палива складаються з горючих (вуглецю С, водню Н, сірки S) і негорючих (азоту N і кисню O₂) елементів, а також баласту (золи Z, вологи W). Дані елементи визначають найважливіший показник практичної цінності палив — питому теплоту згоряння (теплотворна здатність). Ці ж елементи складають горючі компоненти ТПВ (див. таблицю). Для порівняння приведені склад деяких природних паливних матеріалів.

З таблиці видно, що горючі компоненти ТПВ (за винятком харчових відходів) співставні за теплою згоряння з природними паливами.

Вміст вказаних вище елементів в харчових відходах (ХВ) в 2 — 3 раз нижче, ніж в решті горючих компонентів, і вони характеризуються високою вологістю, що і визначає їх низьку теплотворну здатність. Біологічно ХВ не стабільні і не підлягають тривалому зберіганню.

Таблиця 2. Енергетична характеристика ТПВ

Компоненти ТПВ	Зольність	Вологовміст	Морфологічний склад, % за масою					Теплота згорання, МДж/кг	
	% за масою		С	Н	О	N	S	вища	нижня
Харчові відходи	5	70	12,6	1,7	9,9	0,7	0,1	5,3	3,1
Папір, картон	6	6	40,7	5,6	41,2	0,3	0,2	23,8	22,4
Шкіра	10	10	53,4	7,1	10,3	8,9	0,4	25,2	23,4
Деревина	1,5	20	39,5	4,7	34,1	0,2	0,1	21,4	19,8
Гума	10	2	86,2	1,1	0	0,2	0,5	30,2	29,9
Текстиль	2,5	10	49,4	5,9	28	4,1	0,1	25,1	23,5
Пластик	10	2	58,7	7	22,3	0	0	29,4	27,8
Вугілля	38	7	43,4	2,9	7	0,8	0,8	18,2	17,4
Біогаз			86	4					18,75

Домінуючим методом поводження з побутовими відходами в Україні було і залишається розміщення і поховання ТБО на сміттєзвалищах і спеціальних полігонах, яких сьогодні офіційно більше 770. Переважна більшість звалищ (від 80 до 90%) працюють в режимі перевантаження, з давно порушеними проєктними показниками по об'ємах надходження відходів, без дотримання запобіжних засобів щодо забруднення підземних вод і повітряного басейну.

Всього до отримання незалежності в Україні було побудовано чотири ССЗ — в Києві, Севастополі, Харкові і Дніпропетровську. Сумарна проєктна потужність чотирьох українських ССЗ складає 1,2 млн. тонн відходів в рік, або 12% їх загального об'єму. Ще один завод був спроектований в 1991 році в Донецьку. Як видно з табл.2 в Україні 82 % ТПВ залишається на полігонах.

При цьому зберігається тенденція до зростання, яка обумовлена тим, що всі чотири ССЗ фізично і морально застаріли.

Таблиця 3. Відсоткове співвідношення методів утилізації ТПВ в розвинутих країнах та в Україні

Метод утилізації	США	Велико-британія	Франція	Германія	Австрія	Італія	Росія	Японія	Південна Корея	Україна
1. Спалювання	17	7	37	21	73	13	6	70	18	12
2. Поховання на звалищах (полігонах)	81	92	53	73	19	84	94	17	79	82
3. Компостування	-	1	10	6	7	3	-	1	2	-
4. Інші	2	-	-	-	1	-	-	12	1	-

Підприємства вже давно не працюють на повну потужність. Так, продуктивність київського заводу впала до 45% проєктної потужності, діяльність кримського (Севастополь) заводу практично зупинена, Харківський ССЗ останні роки працює на 15% своїй потужності, експлуатація дніпропетровського ССЗ ведеться на 40% потужності. Постійно погіршується якість роботи підприємств – через дорожчання газу, потрібного для спалювання відходів, його намагаються економити, внаслідок

чого сміття не спалюється до стану шлаку. Фактично, кінцевою продукцією ССЗ стає обгоріле сміття замість попелу і шлаку.

Об'єми заготівлі вторинної сировини в країні постійно скорочуються. Підраховано, що з відходами економіка країни щорічно втрачає 3,3 млн. тонн макулатури, 550 тисяч тонн металів, 660 тис. тонн полімерів, 770 тис. тонн скла, 550 тис. тонн текстиля.

Були проведені розрахунки для ТПВ р. Києва, які показали, що виключення харчових відходів з складу горючої маси приводить до збільшення теплотворної здатності горючої частини ТПВ, що залишилася, в 1,4 рази. Зміст органічної фракції в ТПВ м. Києва з урахуванням харчових відходів рівно 0,657, а без — 0,413. Втрати по калорійності при виключенні харчових відходів з складу горючої фракції незначні і складають близько 9,2%.

З другого боку, анаеробна деструкція харчових відходів приводить до утворення біогазу з теплотворною здатністю 21 МДж/м³ (може використовуватися як висококалорійне паливо). Кількісна оцінка проводилася при наступних значеннях: питомий вихід біогазу 180 м³/т ТПВ; густина 1,248 кг/м³; 1 т ТПВ містить 0,189 т харчових відходів. При анаеробному розкладанні даної кількості харчових відходів утворюється 0,132 кг біогазу. Використовуючи безрозмірний калорійний еквівалент $E = Q / Q_n$ (Q_n — питома теплота сгорання умовного палива, $Q_n = 29300$ кДж/кг ут), отримуємо 0,07 кг ут. Якщо використовувати харчові відходи безпосередньо як паливо, то отримаємо 0,0241 кг ут, тобто в 3 рази менше ніж при анаеробному розкладанні. Отже, з погляду отримання і довготривалого зберігання, а також враховуючи теплофізичні властивості, пряме використання харчових відходів як джерело енергії недоцільно, правильніше їх розглядатиме побічно, з погляду біогазового потенціалу.

Таким чином, як складові РП розглядаються горючі компоненти ТПВ, такі, як макулатура, пластмаси, текстиль, деревина, шкіра і гума.

Розглянемо, як трансформується енергетичний потенціал на різних етапах життєвого циклу ТПВ. Щоб провести кількісну оцінку, прийняли наступні положення:

- на момент утворення ТПВ володіють енергетичним потенціалом P_e ;
- поведінка з ТПВ згідно принципу стійкого розвитку характеризується наступними етапами: рециклінг, повторне використання, переробка, генерація енергії, поховання неутилізованих залишків;
- якісна і кількісна характеристики енергетичної складової ресурсного потенціалу ТПВ можуть змінюватися від етапу до етапу, оскільки відходи піддаються механічному, термічному чи біологічному впливу. Отже, можливі як втрата частини горючих матеріалів, так і їх "збагачення" (концентрація теплофізичних властивостей);
- після термічної обробки (спалювання, газифікація) з утилізацією тепла утворюється мінералізований залишок і попіл, які не володіють енергетичним потенціалом ($P_e = 0$).

Існуюча практика поводження з ТПВ включає наступні етапи: збір, промислова переробка і поховання. Кожний етап має різні варіанти виконання — кроку, наприклад етап збору має наступні варіанти — традиційний повний збір, частково селективний або селективний. Етап промислової переробки має наступні кроки: механічна переробка (сортування), біологічна переробка (зброджування аероба або анаеробного, термічна переробка (спалювання, піроліз, газифікація). Кожний крок характеризується своїм вхідним і виходить потоком ТПВ, причому вхідний потік поточного етапу

одночасно є тим, що виходить для передування, кожний з потоків має індивідуальні якісні і кількісні характеристики, свій енергетичний потенціал.

Величина енергетичного потенціалу ТПВ від етапу до етапу змінюється. Це характеризується відношенням величини енергетичного потенціалу ТПВ вихідного потенціалу $*РП_{ен}$ до величини енергетичного потенціалу ТПВ вхідного потоку $РП_{ен}$, яке може бути названо коефіцієнтом трансформації. В загальному вигляді коефіцієнт трансформації $K_{тр}$ запишеться таким чином:

$$K_{тр} = *РП_{ен} / РП_{ен} \quad (3)$$

- енергетичний потенціал, кг уп, вхідно-вихідного потоків відповідно .

В цілому схема обігу яка складається з m етапів, характеризується коефіцієнтом трансформації $K_{тр}$, який запишеться таким чином:

$$K_{тр} = *РП_{ен} / РП_{ен} \quad (4)$$

Кожний етап характеризується коефіцієнтами трансформації :

і отже

$$K_{тр} = \sum_{j=1}^m K_{mpj} \quad (5)$$

Слід зазначити, що чим більше коефіцієнт трансформації тим менше втрати енергетичного потенціалу, що і слід було чекати. Максимальне значення відповідає прямому спалюванню, газифікація - повному селективному використанню енергетичного потенціалу ТПВ .

З погляду втрат енергетичного потенціалу пряме спалювання і газифікація ідентичне, одержувані тверді залишки кількісно близькі, проте якісно вони можуть значно відрізнятися (це залежить від температури процесу термічної деструкції). Отже, і екологічне навантаження внаслідок поховання таких залишків розрізняється. Тому для більш повної оцінки ступеня зниження дії, що надається, за рахунок викори стовування енергоресурсного потенціалу ТПВ, для вибору оптимальної схеми поводження з відходами необхідний інтегральний показник, що дозволяє ураховувати безліч чинників.

Аналіз потоків енергії матеріалів на всіх етапах життєвого циклу ТПВ, розгляд руху відходів з погляду природно-ресурсного циклу і облік задач стійкого розвитку дозволили сформулювати принцип формування інтегрального показника — принцип "трьох мінімумів" при поводженні з ТПВ:

- мінімальна інтегральна емісія в навколишнє середовище (у тому числі мінімум дії поховань неутилізованих відходів (залишків) на об'єкти навколишнього середовища в даний час і в майбутньому);
- мінімум ресурсних втрат (природних, матеріальних, енергетичних);
- мінімум екологічних ризиків.

В даному випадку пріоритет мають показники, що дозволяють провести порівняльну оцінку багатоетапних технологічних схем, що мають різні якісні і кількісні характеристики. В якості показників вибрані : E - інтегральна емісія в навколишнє середовище; B - показник ресурсних втрат (втрати енергоресурсного потенціалу, повторного матеріального і природного земельного ресурсів, фінансові витрати); R - показник екологічних ризиків (безпека технологій, що використовуються, якість складованих залишків з точки зору ральные або стабільні, нестабільні і небезпечні).

Тоді інтегральний показник можна записати у вигляді :

$$ІРП = \Sigma РП_i = \Sigma E_i + \Sigma B_i + \Sigma R_i, \quad (6)$$

де j - складова етапів переробки ТПВ, $j=1, \dots, m$

Запропонований інтегральний показник дозволяє оцінити ступінь зниження екологічного навантаження і вибрати найбільш економічну схему переробки побутових відходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України "Про відходи" (Відомості Верховної Ради України, 1998 р., N 36 - 37, ст. 242; 2002 р., N 31, ст. 214; 2005 р., N 6, ст. 140): Закон України від 21.01.10 N 1825-VI Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері поводження відходами
2. Горлицкий Б.А. Обращение с бытовыми и промышленными отходами - основные изменения стратегии и тактики / Б.А. Горлицкий // Экология и промышленность.-2006.- №3-с.55-58
3. Дрейер А. А., Сачков А. Н., Никольский К. С., Маринин Ю. И., Миронов А. В. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка. Москва, 2002 / www.musor.net/solid.html.
4. Поводження з відходами. / www.eco-kiev.com.ua/povodjennja_z_vidhodami_.html com.ua.
5. Попов А. Н., Гринберг Ю. М., Смоляренко В. Д., Росляков А.В. Комплекс инженерных решений по переработке и утилизации отходов в больших городах и экономическая эффективность таких решений. / www.recyclers.ru.
6. Новая концепция переработки отходов в Москве на базе региональных центров. 28.11.2002 15:16 / www.cci.glasnet.ru.
7. Пан Л. Н. Экология и технологические процессы современных методов переработки твердых бытовых отходов. 08.01.2003 10:40 / www.sciteclibrary.com.
8. Шантарин В.Д., Шинкеев Г.М., Ивлев И.П. и др. Переработка твердых бытовых отходов. / www.promeco.hl.ru.

Надійшла 12.07.2010

УДК 677.027

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПРОМИВКИ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

І.В. ПАНАСЮК, Н.С. ДАНИЛЕВИЧ

Київський національний університет технології та дизайну

З метою інтенсифікації процесів заключної обробки текстильних матеріалів, було проведено дослідження з визначення впливу омагнічування на рідини, що застосовуються у промивці текстильних матеріалів. Визначено, що заміна другої миловки промивкою в омагніченій воді дозволяє скоротити кількість промивок і витрат ПАР

Промивка текстильних матеріалів є одним з найпоширеніших й енергоємних процесів текстильного виробництва. На промивку витрачається 15-20 % тепловий та до 40 % електричної енергії, споживаної оздоблювальним виробництвом, тому вивченню й створенню нових способів інтенсифікації процесу промивки варто приділяти велику увагу. Все це в умовах дефіциту води та енергії, який постійно поглиблюється, вимагає вдосконалення процесу промивки у напрямку його інтенсифікації й, одночасно, зниження витрат. Радикальним розв'язанням цієї проблеми є нові технологічні рішення.