

УДК 64.011.12

І. Я. Погрібний,  
д. е. н., доцент, зав. кафедрою обліку і аудиту  
Вінницького фінансово-економічного університету

## ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ УМОВ ПЕРЕРОБКИ

*В статті досліджено проблеми визначення морфологічного складу твердих побутових відходів з урахуванням сучасних умов переробки. Визначено напрямки вивчення складу твердих побутових відходів. Досліджено напрямки визначення морфологічного складу твердих побутових відходів. Проведено аналіз визначення морфологічного складу твердих побутових відходів і загальних норм накопичення та визначення енергетичних характеристик твердих побутових відходів для впровадження енергозберігаючих технологій.*

**Ключові слова:** гарбологія, тверді побутові відходи, морфологічний склад, норми накопичення, енергозберігаючі технології.

*The paper investigates the problem of determining of the morphological composition of solid waste according to the current conditions of processing. Directions to study the composition of solid waste are determined. Areas of study of the morphological composition of solid waste are investigated. The analysis of the morphological composition of solid waste and common accumulation rates determining performed and energy characteristics of solid waste for energy saving technologies implementation.*

**Keywords:** garbology, municipal solid waste, morphological composition, accumulation rates, energy saving technologies.

Розвиток нових напрямків утилізації твердих побутових відходів (надалі ТПВ) визначив становлення гарбології як самостійного наукового напрямку. В даний час гарбологія (від англ. Garbage-«сміття»), або сміттєзнавство, або сміттєлогія - окремих напрямку науки, який займається вивченням сміттєвих відходів, логістикою їх перевезення, системами їх утилізації, впливом даних процесів на екологічне середовище, дослідженням технологічних систем по переробці сміття в першу чергу як енергетичних ресурсів, систем використання продуктів, отриманих від переробки сміття, а також економіко - соціальних складових [1, 2]

У 1995 - 2005 р.р. гарбологія позиціонувалася як наука, що вивчала склад сміття, тобто морфологію сміття. Вивчаючи відходи людської діяльності, можна відстежувати вподобання і вести статистику популярності того чи іншого товару [3]. Склад сміття, стверджує гарбологія, як відбитки пальців, може сказати багато про що. Так, можна з'ясувати, до якого економічного типу відноситься «країна-виробник». Держави, що розвиваються, відрізняються переважанням харчових відходів, розвинені - паперу і металу. «Перехідні» країни мають приблизно рівне співвідношення [4].

У міру розвитку технологій утилізації ТПВ змінювалися і задачі, які ставляться перед гарбологією. Якщо в період становлення гарбології як наукового напрямку вивчення відходів людської діяльності проводилося в основному для відстеження переваг споживачів і ведення статистики популярності того чи іншого товару, то в даний час склад і норми накопичення ТПВ вивчаються в основному для вибору не стільки виходячи з необхідності утилізації відходів, але насамперед з потреб впровадження оптимальних технологій переробки відходів з метою отримання корисних ресурсів (енергії, тепла, палива, дистильованої води, добрив, субпродуктів тощо).

### **Об'єкти та методи досліджень**

Вибір технології переробки ТПВ в значній мірі визначається саме їх складом, а також нормами накопичення. Таким чином, вибір тієї чи іншої системи дослідження ТПВ залежить від поставлених цілей експерименту і передбачуваної технології переробки ТПВ.

Найбільш критичними до складу ТПВ є такі технології їх переробки, як сортування, рециклінг (вторинна переробка), біотермічне компостування, спалювання. Менш критичною до складу відходів є застаріла технологія захоронення відходів на полігонах, однак останнім часом впроваджується ДБН по експлуатації сміттєвих полігонів, в якому визначені і деякі вимоги до складу захоронюваних відходів [5].

В даний час починають впроваджуватися сучасні технології низько- і високотемпературного піролізу (газифікації) відходів. Для технологій піролізу морфологічний склад ТПВ не має визначального значення. У той же час для сміттєпереробних підприємств, що використовують технології піролізу, морфологічний склад ТПВ має значення в аспекті визначення потенційної теплотворної здатності відходів. Однак застосування цих технологій є економічно виправданим тільки при наявності значних кількостей побутових відходів.

Тому в зв'язку з впровадженням енергозберігаючих технологій утилізації ТПВ необхідні дослідження морфологічного складу ТПВ, спрямовані на вивчення енергетичних характеристик.

Таким чином, визначення морфологічного складу ТПВ в даний час проводиться в двох напрямках.

Перший напрямок полягає у визначенні морфологічного складу ТПВ по різних компонентах і загальних норм накопичення. Другий напрямок полягає у визначенні енергетичних характеристик ТПВ для впровадження енергозберігаючих технологій. Для цього напрямку визначення загальних норм накопичення ТПВ має також дуже важливе значення.

### **Постановка завдання**

Метою даної статті є дослідження проблем визначення морфологічного складу твердих побутових відходів з урахуванням сучасних умов переробки.

### **Результати та їх обґрунтування**

Розглянемо ці напрямки вивчення складу ТПВ.

У період становлення гарбології найбільш поширеними технологіями переробки ТПВ були технології захоронення на полігонах, сортування і рециклінгу, спалювання, біотермічного компостування.

У зв'язку з цим, а також із вивченням відходів людської діяльності для досліджень ринку, були розроблені методики визначення морфологічного складу ТПВ по різних компонентах.

Розглянемо докладніше морфологічний склад в аспекті їх кількісних характеристик і методів дослідження.

Морфологічний склад ТПВ визначається, як правило, гравіметричним методом [6, 7].

Дослідження норм накопичення і морфологічного складу ТПВ повинні виконуватися регулярно, не рідше ніж 1 раз на 5 років, при цьому в цей рік необхідно виконувати сезонні (щоквартальні) дослідження норм накопичення і морфологічного складу ТПВ.

Норми накопичення відходів визначаються за сезонами року. У кожен сезон заміри проводяться протягом 7 днів (без перерви) незалежно від періодичності

вивозу відходів. Оптимальні терміни визначення норм накопичення: зима - грудень, січень, весна - квітень, літо - червень-липень, осінь - вересень-жовтень.

Основними показниками при визначенні норм накопичення відходів є маса, об'єм, середня щільність і коефіцієнти добової нерівномірності накопичення.

Морфологічний склад відходів споживання визначається за такими морфологічними компонентами: харчові відходи, папір та картон, дерево, чорний металобрухт, кольоровий металобрухт, текстиль, кістки, скло, шкіра та гума, камінь і штукатурка, пластмаса, поліетиленова пляшка, полімерна упаковка з-під побутової хімії, поліетилен, інше, всього 40 компонентів.

Можливі два варіанти відбору проб для визначення морфологічного складу ТПВ:

- відходи з стандартних контейнерів з певних контейнерних майданчиків;

- відходи, що надходять на захоронення, безпосередньо після розвантаження сміттєвоза на робочій карті полігону ТПВ.

З одного боку, визначення складу відходів на контейнерних майданчиках дозволяє отримати дані про вихідний склад відходів, максимально відповідний структурі споживання товарів.

З іншого боку, визначення складу відходів, що надходять на захоронення, актуально, так як у випадку переробки відходів (наприклад, сортування) вхідним потоком будуть відходи саме такого складу і якості - після збору на контейнерних майданчиках і вивантаження з сміттєвоза при природній вологості та забрудненості.

При дослідженні морфологічного складу відходів споживання проби відбираються із маси відходів, що привозяться в день відбору проби. Достовірність результатів досліджень значною мірою визначається порядком відбору проб. Основна вимога до відбору проб полягає в тому, щоб забезпечити репрезентативність проби по всіх досліджуваних параметрах без зміни її початкової вологості і щільності в процесі відбору та дослідження.

Для визначення морфологічного складу ТПВ населення відходи забираються з контейнерних майданчиків, що обслуговують житловий фонд. При цьому повністю виключити наявність відходів інфраструктури (підприємств та організацій) в аналізованих відходах при відборі проб практично неможливо, оскільки, як показує практика, дрібні офіси, торгові точки є практично в кожному житловому будинку, тому навіть на контейнерних майданчиках збираються відходи як населення, так і організації.

Вибір тієї чи іншої системи відбору проб залежить від поставленої мети експерименту і технічної можливості.

Після розвантаження сміттєвоза проводиться візуальний огляд відходів на предмет їх відповідності ТПВ. Потім з привезених відходів відбираються 400-450 кг, які підлягають розбору.

Розбирання відходів по компонентам проводиться наступним способом - вручну відбираються найбільш великі компоненти, а частина, що залишилася, просівається в пробозбірник, крупна фракція також розбирається на компоненти, дрібна (відсів) зважується в пробозбірнику.

Для розрахунку морфологічного складу використовується наступна формула:

$$c_i = 0,01 \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \%$$

де:

$c_i$	–	вміст кожного компонента, % по масі;
$m_i$	–	маса кожного компонента, кг
$n$	–	кількість компонентів, що відбираються.

Склад ТПВ відрізняється в різних країнах, містах. Він залежить від багатьох факторів, включаючи добробут населення, клімат і благоустрій. На склад сміття суттєво впливає система збору в місті склотари, макулатури і т. д. Він може змінюватися в залежності від сезону, погодних умов і навіть від днів тижня. Так, на осінь припадає збільшення кількості харчових відходів, що пов'язано із збільшення вживання овочів і фруктів в раціоні. А взимку і восени скорочується вміст дрібного відсіву (вуличного змету).

Сезонні зміни складу ТПВ характеризуються збільшенням вмісту харчових відходів з 20 ... 25% навесні, до 40 ... 55% восени, що пов'язано з великою кількістю овочів і фруктів в раціоні харчування (особливо в містах південної зони).

Взимку і восени скорочується вміст дрібного відсіву (вуличного змету) з 20 до 7% у містах південної зони і з 11 до 5% в містах середньої зони.

Впровадження сучасних технологій поводження з ТПВ вимагає в ряді випадків більш поглибленого аналізу фракційного складу з урахуванням кліматичних та сезонних особливостей регіону. Перша, підготовча фаза проекту передбачає підготовку і проведення досліджень сезонності коливаний складу ТПВ з урахуванням відповідних економічних, енергетичних, екологічних і соціальних факторів.

Порівняльна характеристика вибіркового соціально-економічних показників по країнах представлена в Таблиці 1 [8].

**Таблиця 1.**  
**Порівняння основних соціально-економічних показників, пов'язаних з утворенням ТПВ,**  
**на душу населення в окремих країнах Європи (2010 р.)**

<i>Країна, регіон</i>	Литва, Каунас	Україна, Київ	Грузія, Кутаїсі	Росія Санкт- Петербург	Греція , Крит	Естонія, Таллін	Фінляндія	Швейцарія
<i>Чисельність населення в країні (тисяч чол.)</i>	3400	<b>46315</b>	4631	141930	10737	1300	5250	7593
<i>Чисельність населення в місті, області (тисяч чол.)</i>	352	<b>2700</b>	186	4600	624	401	-	-
<i>Річний ВВП на людину, (USD)</i>	11765	<b>2483</b>	4427	8095	31201	14615	44571	47280
<i>Кількість ТПВ на людину (кг)</i>	370	<b>457</b>	311	350	458	385	522	720

Орієнтовний морфологічний склад ТПВ для різних регіонів України наведено на рис. 1. [9].

Даний графік складений на підставі вихідних даних опитувальних листів замовників ТОВ «Альфа-Терм». У кожному окремому випадку вихідні дані по морфології ТПВ можуть кардинально різнитися залежно від походження та локалізації відходів.

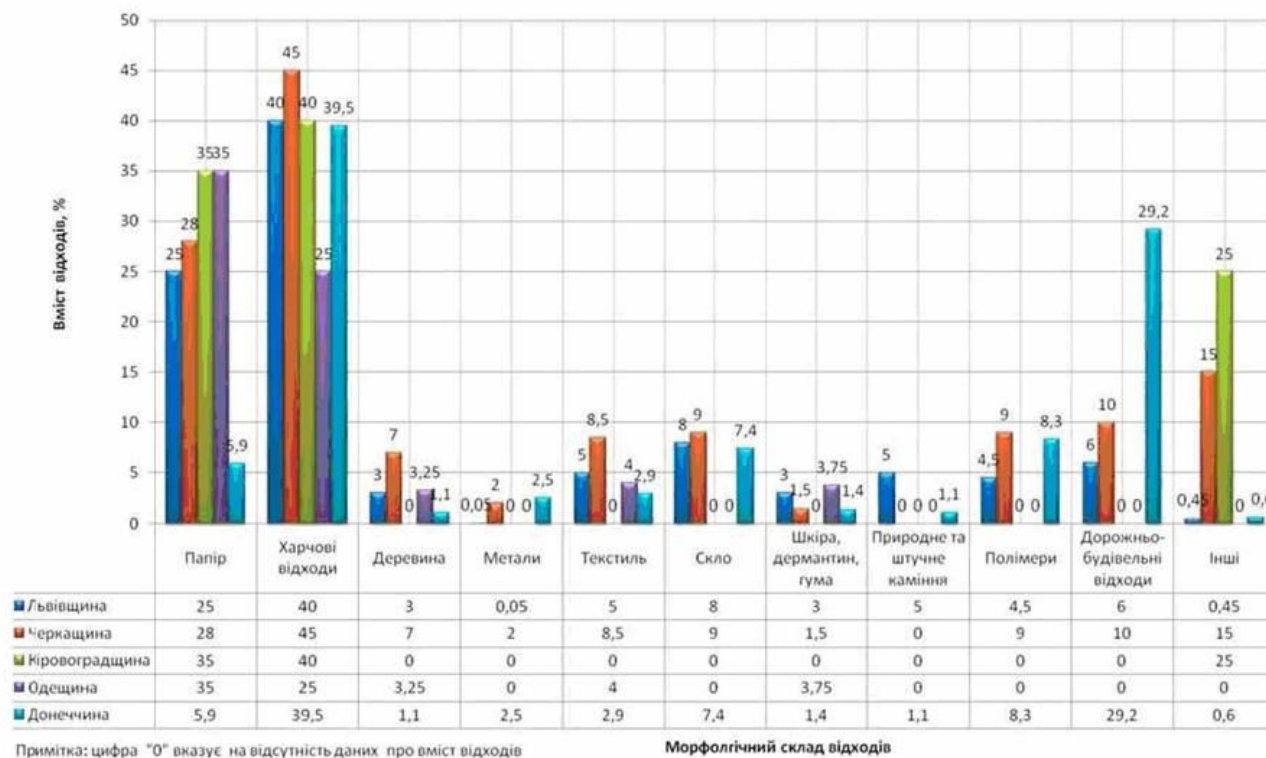


Рис. 1. Морфологічний склад полігонів ТПВ різних регіонів України

Як зазначено вище, у зв'язку з впровадженням енергозберігаючих технологій утилізації ТПВ постає питання вивчення енергетичних характеристик ТПВ. Теплотворна здатність ТПВ обумовлена наявністю в них великої кількості органічних речовин, зокрема пакувальних матеріалів (паперу, дерева, пластика). В даний час відсутні офіційно затверджені методики визначення енергетичних характеристик (теплотворної здатності).

У той же час досліджено, що теплотворна здатність побутових відходів відповідає приблизно бурому вугіллю. В середньому теплотворна здатність побутових відходів коливається від 1000 до 3000 ккал / кг. Виявлено також, що по теплотворній здатності 10,5 т твердих побутових відходів еквівалентні 1 т нафти; по калорійності побутові відходи поступаються кам'яному вугіллю всього в 2 рази; приблизно 5 т сміття виділяє при згорянні стільки ж тепла, скільки 2 т вугілля або 1 т рідкого палива.

Однак для коректного проектування підприємств по утилізації ТПВ з отриманням на виході енергії необхідна більш точна інформація по потенційній теплотворній здатності відходів.

В даний час формулу для розрахунку потенційної теплотворної здатності ТПВ можна надати на основі даних про морфологічному складі в наступному вигляді:

$$Q = \sum_{i=1}^n c_i * q_i / 100$$

де:

- $Q$  - потенційна теплотворна здатність,
- $q_i$  - теплотворна здатність i-го компонента,
- $c_i$  - зміст кожного компонента, % по масі;
- $N$  - кількість компонентів, що відбираються.

Усереднені обсяги енергії, яку можна отримати з різних видів відходів, наведені в таблиці 2 [10].

Таблиця 2.  
Кількість енергії, яку можна отримати з однієї тони відходів

Тип відходів	Характеристика	Тон пари в розрахунку на тону відходів	КВт/год електроенергії з тони відходів
Муніципальні	Домашні відходи	2,4 тони	430 КВт/год
Муніципальні / Індустріальні	50 % Домашні відходи 50% Індустріальні	3,6 тон	650 КВт/год
Індустріальні	Високе калорійне число Упаковочні відходи	4,7 тон	850 КВт/год

Необхідно відзначити, що в складі ТПВ частка пластика в упаковці з незначного обсягу в шістдесяти роках зростає особливо швидко. Напої, рослинні олії, чистячі засоби, парфюмерія тепер мають пластмасові упаковки.

Оскільки застосування нових технологій переробки ТПВ піролізом є економічно виправданим тільки при значних кількостях відходів, необхідним також є вивчення норм накопичення відходів.

Норми накопичення - це кількість ТПВ, що утворюються на розрахункову одиницю (людина для житлового фонду; одне місце в готелі; 1 м<sup>2</sup> торгової площі для магазинів і складів; одне посадочне місце в їдальнях, кафе, ресторанах, кінотеатрах; однієї дитини в яслах і дитсадках; одного учня в школах, училищах, інститутах тощо.). До ТПВ, що входять в норму накопичення від населення і видаляються спеціальним автотранспортом, відносяться відходи, що утворюються в житлових і громадських будівлях, включаючи відходи від поточного ремонту приміщень, відходи від опалювальних пристроїв, опале листя, що збираються з вулиць і дворів територій, і великі предмети домашнього вжитку.

Норми накопичення ТПВ утворюються з двох джерел: житлових будинків і громадських установ (підприємств громадського харчування, навчальних,

видовищних закладів, готелів, дитячих садків, перукарень та ін.)

На норми накопичення і склад ТПВ впливають: ступінь благоустрою житлового фонду (наявність водопроводу, каналізації, газу, сміттєпроводів, системи опалення), поверховість, розвиток громадського харчування, культура торгівлі, ступінь добробуту населення, кліматичні умови (різна тривалість опалювального сезону), споживання овочів і фруктів.

Для великих міст норми накопичення вищі, ніж для середніх і малих. Уточнення норм накопичення ТПВ, що утворюються в умовах того чи іншого міста, проводиться на спеціально обраних контрольних ділянках. У містах з населенням до 300 тис. чол. контрольна ділянка охоплює 2% жителів, в містах з населенням до 500 тис. чол. - 1%, у містах з населенням понад 500 тис. чол. - 0,5%. З культурно-побутових об'єктів вибирають не менше двох найбільш характерних. Норми накопичення визначаються за сезонами року. Заміри проводяться протягом 7 днів і оформляються спеціальними актами, що затверджуються міськвиконкомами як еталон норми накопичення ТПВ на наступні 5 років.

Кількість твердих побутових відходів неухильно зростає у всіх країнах світу і в даний момент становить на душу населення 200-800 кг / рік [12].

#### Висновки.

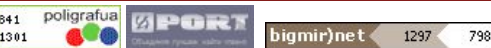
Оскільки застосування нових технологій переробки ТПВ піролізом є економічно виправданим тільки при значних кількостях відходів (не менше 40 - 50 тис. т на рік), що може бути забезпечено в містах або міських агломераціях з населенням не менше 200 тис. мешканців, дослідження морфологічного складу побутових відходів з метою впровадження технологій сортування і реціклінга є більш доцільним в невеликих населених пунктах, сільській місцевості, регіонах з невеликою щільністю населення.

У той же час, при плануванні переробки відходів методом піролізу у великих містах визначальне значення має дослідження загальних норм накопичення відходів, а також визначення потенційної теплотворної здатності відходів, що вимагає розробки і офіційного затвердження відповідних методик.

#### Література

- [Електронний ресурс] <http://ru.wikipedia.org/wiki/garbologiya>
- [Електронний ресурс] <http://vyvoz-othodov.ru/nauka-izuchayushchaya-musor-garbologiya.html>
- [Електронний ресурс] <http://mysopka.pf/polezn-info/garbologiya.htm>
- [Електронний ресурс] [http://mineco174.ru/files/media/almanahi/almanah2008/4\\_6.htm](http://mineco174.ru/files/media/almanahi/almanah2008/4_6.htm)
- ДБН В.2.4-2-2005 ПОЛІГОНИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
- ПНД Ф 16.3.55-08 «Твердые бытовые отходы. Определение морфологического состава гравиметрическим методом»
- Методические рекомендации по определению морфологического состава твердых бытовых отходов, утвержденных приказом №39 МинЖКХ Украины от 16.10.2010 г.
- [Електронний ресурс] [www.waste-utilisation.org/docs/rep10ru.doc](http://www.waste-utilisation.org/docs/rep10ru.doc). - Изучение сезонных колебаний состава твердых бытовых отходов в зависимости от социально-экономических индикаторов для моделирования систем управления
- [Електронний ресурс] <http://www.at.dn.ua/ru/waste-structure/>
- Інформація компанії Waste to Energy Canada Inc. (WTEC)
- [Електронний ресурс] <http://www.solidwaste.ru/sorting/catalog/view/18.html>
- А.А. Дрейер, А.Н. Сачков, К.С. Никольский, Ю.И. Маринин, А.В. Миронов, Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка//«Экология городов», 1997г.

Стаття надійшла до редакції 13.11. 2012 р.



ТОВ "ДКС Центр"