

АНОТАЦІЯ

Горковенко М.О. Ресурсна цінність відходів пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів в Одеській області.

Актуальність роботи. Зростаючі обсяги твердих побутових відходів (ТПВ) є однією із складових прогресуючого антропогенного навантаження, що створює загрозу екологічній безпеці та здоров'ю населення регіонів України, а також негативно впливають на стан довкілля, а тому обґрунтування і впровадження ефективної системи управління та поводження з ресурсоцінною складовою ТПВ є важливою задачею забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів країни.

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив у сфері управління та поводження з окремими ресурсоцінними компонентами ТПВ в регіонах України.

Об'єктом дослідження є сфера управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ в регіонах України.

Предметом дослідження є ресурсна цінність відходів пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів окремих регіонів України (на прикладі Одеської області).

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою роботи є критичний аналіз існуючої інформації щодо сучасного стану системи управління та поводження з ресурсоцінною складовою потоку ТПВ Одеської області. При виконанні роботи були використані опубліковані дані вітчизняних і зарубіжних авторів, а також матеріали власних доробок, присвячених оцінці ресурсного потенціалу ТПВ Одеської області.

Результати дослідження. Проаналізований сучасний стан системи управління та поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області, а також дана оцінка ресурсної цінності відходів пластикових матеріалів на території цієї області. Без урахування ліквідності харчових та інших відходів, щороку з загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину на суму майже 1,4 млн гривень, причому істотна частка припадає на відходи пластикових матеріалів (0,782 млн гривень). У разі створення ефективної системи поводження з відходами пластикових матеріалів цей показник може бути істотно збільшений. Одночасно з цим відбудеться зменшення техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшення екологічної ситуації в Одеському регіоні.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань (50 найменувань). Робота містить 14 таблиць, 11 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 69 сторінок.

Ключові слова: тверді побутові відходи, ресурсоцінні компоненти, відходи пластикових матеріалів, роздільний збір, поводження, переробка, утилізація.

ABSTRACT

Horkovenko M. Resource value of waste plastic materials in the municipal solid waste stream in Odesa oblast.

Relevance of the Study. The increasing volume of municipal solid waste (MSW) is a key component of growing anthropogenic pressure, posing a threat to environmental safety and public health in the regions of Ukraine. This also negatively impacts the environment. Therefore, the justification and implementation of an effective management system for handling the resource-valuable component of MSW is a critical task for ensuring environmental safety and sustainable development in the country's regions.

Purpose of the Study. This research aims to analyze the current state and prospects of management and handling of certain resource-valuable components of MSW in the regions of Ukraine.

Object of the Study. The object of this research is the management and handling system of resource-valuable components of MSW in the regions of Ukraine.

Subject of the Study. The subject of this research is the resource value of plastic waste in the municipal solid waste stream of specific regions in Ukraine, using the Odesa region as a case study.

Materials and Methods. The methodological basis of this work is a critical analysis of existing information on the current state of the management system and handling of the resource-valuable component in the MSW stream in the Odesa region. The research utilized published data from domestic and foreign authors, as well as materials from the author's own studies, dedicated to evaluating the resource potential of MSW in the Odesa region.

Results of the Study. The study analyzed the current state of the management system and handling of municipal solid waste in the Odesa region and assessed the resource value of plastic waste in this area. Excluding the liquidity of food and other waste, it is estimated that the Odesa region's MSW stream can generate secondary raw materials worth nearly 1.4 million UAH annually, with a significant share attributed to plastic waste (0.782 million UAH). With the establishment of an effective plastic waste management system, this figure could be significantly increased. Concurrently, there would be a reduction in the technogenic load on natural environmental components and an improvement in the ecological situation in the Odesa region.

Structure and Volume of the work. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, and a list of references (50 items). The work contains 14 tables and 11 figures. The total volume of the work is 69 pages.

Keywords: municipal solid waste, resource-valuable components, plastic waste, separate collection, management, recycling, disposal.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	5
ВСТУП.....	6
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	10
2 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПРИНЦИПАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ.....	16
3 ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	35
4 РЕСУРСНА ЦІННІСТЬ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ПОТОЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	42
4.1 Оцінка обсягів та вартості відходів пластикових матеріалів.....	42
4.2 Можливості поводження з відходами пластикових матеріалів	56
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64
ДОДАТОК.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВМ – важкі метали
ВМР – вторинні матеріальні ресурси
ВПМ – відходи пластикових матеріалів
ЖЦ – життєвий цикл
ЗР – забруднююча речовина
КВ – класифікатор відходів
КМУ – Кабінет Міністрів України
ОЕСР – організація економічного співробітництва та розвитку
ПВМР – потенційні вторинні матеріальні ресурси
ПВХ – полівінілхлорид
ПГ – парникові гази
ПЕТ – поліетелентерфталат
РВВ – розширена відповідальність виробника
РПУВ – регіональні програми управління відходами
СанПіН – санітарні правила і норми
ТКО – тверді комунальні відходи
ТМВ – тверді муніципальні відходи
ТПВ – тверді побутові відходи
ЦЕ – циркулярна економіка
ABS – акрилонітрил-бутадієн-стирол
PCBs – поліхлорбіфеніли
PCTs – поліхлортерфеніли
PE – поліетилен
PETE – поліетилентерфталат
HDPE – поліетилен високої щільності
V – полівінілхлорид
LDPE – поліетилен низької щільності
PP – поліпропілен
PS – полістирол
RDF – тверде відновлене паливо
SRF – горюча субфракція твердих побутових та інших відходів

ВСТУП

Однією із глобальних екологічних проблем є утворення та накопичення великої кількості твердих побутових відходів (ТПВ).

Одним із негативних наслідків антропогенної діяльності є генерація відходів виробництва та споживання, зокрема ТПВ у житлово-комунальному господарстві. ТПВ складаються з різноманітних матеріалів зі складним хімічним та фізичним складом, таких як харчові та інші органічні речовини, чорні і кольорові метали, папір, картон, відходи текстилю, скло (склобій), пластикові матеріали (полімери), каміння, кістки, гума, шкіра, деревина тощо. Характеристики ТПВ можуть варіюватися в залежності від місця, сезону, а також соціально-економічних умов у окремому населеному пункті. Обсяги утворення та накопичення ТПВ з кожним роком збільшуються, що зумовлює рівень антропогенного навантаження на довкілля, а також загрожує стан екологічної безпеки в регіонах України. Процеси генерації та накопичення ТПВ негативно впливає на екологічний стан атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтового покриву, геологічного середовища, а також на умови існування живих організмів і людини. У зв'язку з цим, наукова обґрунтування та впровадження ефективної системи управління та поводження з ТПВ є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку регіонів України.

Незважаючи на негативний вплив процесів генерації та накопичення ТПВ, варто зазначити, що окремі компоненти ТПВ можуть бути використані як вторинні матеріальні та енергетичні ресурси. Тому створення і впровадження ефективної системи управління та поводження з ТПВ є важливою задачею забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів країни. У той же час, ТПВ є значним резервом для отримання вторинних матеріальних ресурсів (ВМР).

За даними Міністерства розвитку громад та територій України у 2020 році було утворено понад 54 млн. м³ ТПВ; із цих відходів 1,7% було спалено,

а 4,6% було направлено на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні лінії.

Ефективним є технологія на принципах циркулярної економіки виробництва, коли відходи окремого виду йдуть виготовлення тієї самої продукції (наприклад, із відходів пластикових можна отримати «флекс», тобто шматочки пластику дрібної фракції в наслідок подрібнення відходів пластикових матеріалів).

Економіка замкнутого циклу або циркулярна економіка заснована, перш за все, на раціональному використанні ресурсів та обмеження шкідливого впливу виробленої продукції на довкілля. Найважливіше припущення - залишати використану сировину в обороті якомога довше - доти, доки вона повністю не втратить свої властивості. При такому підході кількість відходів, що утворюються, може бути зведена до мінімуму. Після завершення життєвого циклу продукту всі його залишки повинні залишатися в економіці, оскільки існує велика ймовірність того, що вони можуть бути використані повторно електроенергію, а також зберігаємо нафту, воду та інші ресурси. Економіка замкнутого циклу або циркулярна (кругова) економіка заснована, перш за все, на раціональному використанні ресурсів та обмеження шкідливого впливу виробленої продукції на довкілля. Найважливіше припущення - залишати використану сировину в обороті якомога довше - доти, доки вона повністю не втратить свої властивості. При такому підході кількість відходів, що утворюються, може бути зведена до мінімуму. Після завершення життєвого циклу продукту всі його залишки повинні залишатися в економіці, оскільки існує велика ймовірність того, що вони можуть бути використані повторно.

Актуальність роботи. Зростаючі обсяги утворення та накопичення ТПВ є однією із складових прогресуючого антропогенного навантаження, що створює загрозу екологічній безпеці та здоров'ю населення регіонів України, а також негативно впливають на стан навколишнього природного середовища а тому обґрунтування і впровадження ефективної системи управління та

поводження з ресурсоцінною складовою ТПВ є важливою задачею забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів України.

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану та перспективи управління та поведження з ресурсоцінних компонентів ТПВ, зокрема відходами пластикових матеріалів (ВПМ), в регіонах України, у контексті виконання країною європейських зобов'язань та стратегії сталого розвитку. У роботі проведено спробу оцінити кількість та ресурсну цінність окремих ВПМ на території Одеської області.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*:

- 1) охарактеризований сучасний стан проблеми управління та поведження з твердими побутовими відходами в Україні;
- 2) розглянути особливості система управління та поведження з ТПВ в європейських країнах з урахуванням принципів циркулярної економіки;
- 3) надати оцінку ресурсного потенціалу потоку твердих побутових відходів Одеської області.

Об'єктом дослідження є сфера управління та поведження з ресурсоцінними компонентами ТПВ в регіонах України.

Предметом дослідження є ресурсна цінність ВПМ у потоці твердих побутових відходів на території Одеської області.

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою кваліфікаційної роботи є критичний опублікованих даних щодо шляхів використання ресурсного потенціалу відходів пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів, а також результати власних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в оцінці можливостей використання відходів пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів як вторинних матеріальних ресурсів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні екологічних і соціально-економічних наслідків від використання ресурсного потенціалу відходів пластикових матеріалів у потоці ТПВ в Одеській області.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи роботи – від збору, узагальнення і обробки інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження роботи доповідалися на Міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, 24 жовтня 2024 р.);

Публікації. Окремі положення роботи опубліковані у збірці матеріалів Міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, 24 жовтня 2024 р.).

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел (50 найменувань). Робота містить 14 таблиць, 11 рисунків. Загальний обсяг роботи складає 70 сторінок.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Тверді побутові відходи (ТПВ) утворюється внаслідок життєдіяльності людей у житлових та адміністративних будівлях, у місцях проведення громадських, видовищних та культурних подій. Характерні особливості ТПВ у регіонах України:

- 1) неоднорідний склад, який змінюється від партії до партії та залежно від сезону року;
- 2) у теплу пору збільшується обсяг відходів пластикових матеріалів, в холодну – кількість харчових та інших органічних відходів;
- 3) вологість ТПВ особливо велика восени та взимку;
- 4) компоненти ТПВ механічно зв'язуються між собою за рахунок волокнистої структури та наявності вологих фракцій;
- 5) при транспортуванні та зберіганні ТПВ злежується, виділяє фільтрат;
- 6) наявність у ТПВ каменю, фарфору та скла надає йому абразивних властивостей;
- 7) при тривалому зберіганні в металевому баку ТПВ стає причиною корозії через високу вологість та вміст солей.

ТПВ відносяться до відходів споживання, тобто це речовини, що втратили свої споживчі властивості через моральне чи фізичне зношування або те, що були використані людьми.

У населених пунктах України сформовано єдину схему поводження з ТПВ:

- 1) збирання ТПВ з сортуванням або без нього в ємності, оснащені пристроями для механізованого завантаження в сміттєвоз;
- 2) транспортування сміттєвозами ТПВ на полігони або виробничі ділянки для сортування, переробки чи іншого вторинного використання; .
- 3) повторне використання чи складування; реалізація останнього етапу залежить від виду сировини та обраної стратегії поводження з ТПВ.

Більшу частину ТПВ вивозять на полігони та звалища, решта піддається спалюванню, компостуванню, хімічній та механічній переробці, різним видам утилізації; для підготовки до повторного використання ТПВ миють, сортують, подрібнюють.

Тверді побутові відходи можна розділити на категорії залежно від джерела утворення.

З розвитком технології та підвищенням рівня життя населення обсяг синтетичних та полімерних матеріалів, які повільно розкладаються, негативно впливають на ґрунтовий покрив та місцеву біоту.

Якщо подивитися на характерний морфологічний склад ТПВ, що його викидає середньостатистичний житель України, можна скласти наступний список: папір; великогабаритні предмети; метал; пластик; органічні, зокрема харчові, волокна; текстильна продукція, тканини, гума, шкіра; дерево; скло; камінь та кераміка. До ТПВ відноситься і будівельне сміття після ремонту квартири, приватного будинку, опалого листя і гілки, великогабаритні відходи,

Сьогодні під полігони ТПВ задіяно величезні земельні площі. Навіть невелике відхилення від нормативних вимог при будівництві та розміщенні ТПВ можуть стати причиною забруднення підземних та поверхневих вод, ґрунтового покрив, атмосферного повітря. Існують й інші екологічні проблеми, пов'язані з експлуатацією полігонів:

1) внаслідок поховання безповоротно втрачається великий обсяг вторинних ресурсів;

2) навіть науково обґрунтований та побудований полігон – об'єкт, що становить санітарно-епідеміологічну небезпеку;

3) чим більше площ відводять на розміщення ТПВ, тим більше зміщується екологічна рівновага у бік синантропних тварин та патогенних мікроорганізмів;

4) у процесі та після закінчення терміну експлуатації полігону ТПВ, яке розміщене на території, ще кілька десятків років виділяє у повітря та ґрунт

фільтрат та газу. Серед них метан – причина «парникового ефекту», аміак, сірководень, леткі аміни. Людство прагне скорочувати кількість полігонів і звалищ, переходити більш екологічні і правильні способи поводження з твердими побутовими відходами.

У великих містах питання поводження з ТПВ досить гостро. Великі обсяги сміття стають причиною забруднення довкілля, збільшення площ полігонів та несанкціонованих звалищ, погіршення екологічної обстановки.

Утворення та накопичення ТПВ у навколишньому природному середовищі (НПС) в останні десятиріччя стало представляти серйозну екологічну, економічну та соціальну проблему, оскільки ці процеси негативно впливає на якість довкілля, а також на добробут та стан здоров'я населення. Сучасні щорічні обсяги утворення та накопичення ТПВ становить 11,2 млрд т із яких на комунально-побутовий сектор припадає 400 млн т [1, 2,3, 4],

Щодо терміну «тверді побутові відходи» потрібно зазначити, що незважаючи на те, що цей термін широко використовується у вітчизняній науковій літературі, у багатьох державних нормативно-законодавчих документах та зарубіжних офіційних документах [5, 6, 7, 8, 9, 10] він відсутній, але близькі терміни (побутові відходи, муніципальні тверді відходи тощо).

У чинних в Україні основні нормативно-законодавчі документи [5, 6] використовується термін «побутові відходи» Згідно з [11] «тверді побутові відходи» — «відходи переважно у твердій формі, що утворюються в процесі життєдіяльності людини в житлових та нежитлових приміщеннях, є залишками матеріалів, предметів, виробів, товарів, продукції, які не можуть надалі використовуватися за своїм призначенням у місцях їх накопичення та не пов'язані з виробничою діяльністю підприємств».

Отже, до ТПВ відносяться такі складові:

- 1) залишки текстилю, шкіри, резини, металу, деревини;
- 2) побутова хімія, отруйні речовини (пестициди);

- 3) медичні відходи; 4) відходи пластику та скла;
- 5) фарби, лаки, гігієнічні та косметичні засоби;
- 6) паперові та картонні вироби;
- 7) добрива;
- 8) відходи електричного та електронного обладнання;
- 9) ртутьвмісткі вироби.

Основним документом у сфері правового регулювання є Закон України «Про відходи» [6].

В Україні розроблена «Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами» та проєкт Закону України «Про побутові відходи» [12], яка охоплює екологічні та соціально-економічні аспекти поводження з ТПВ.

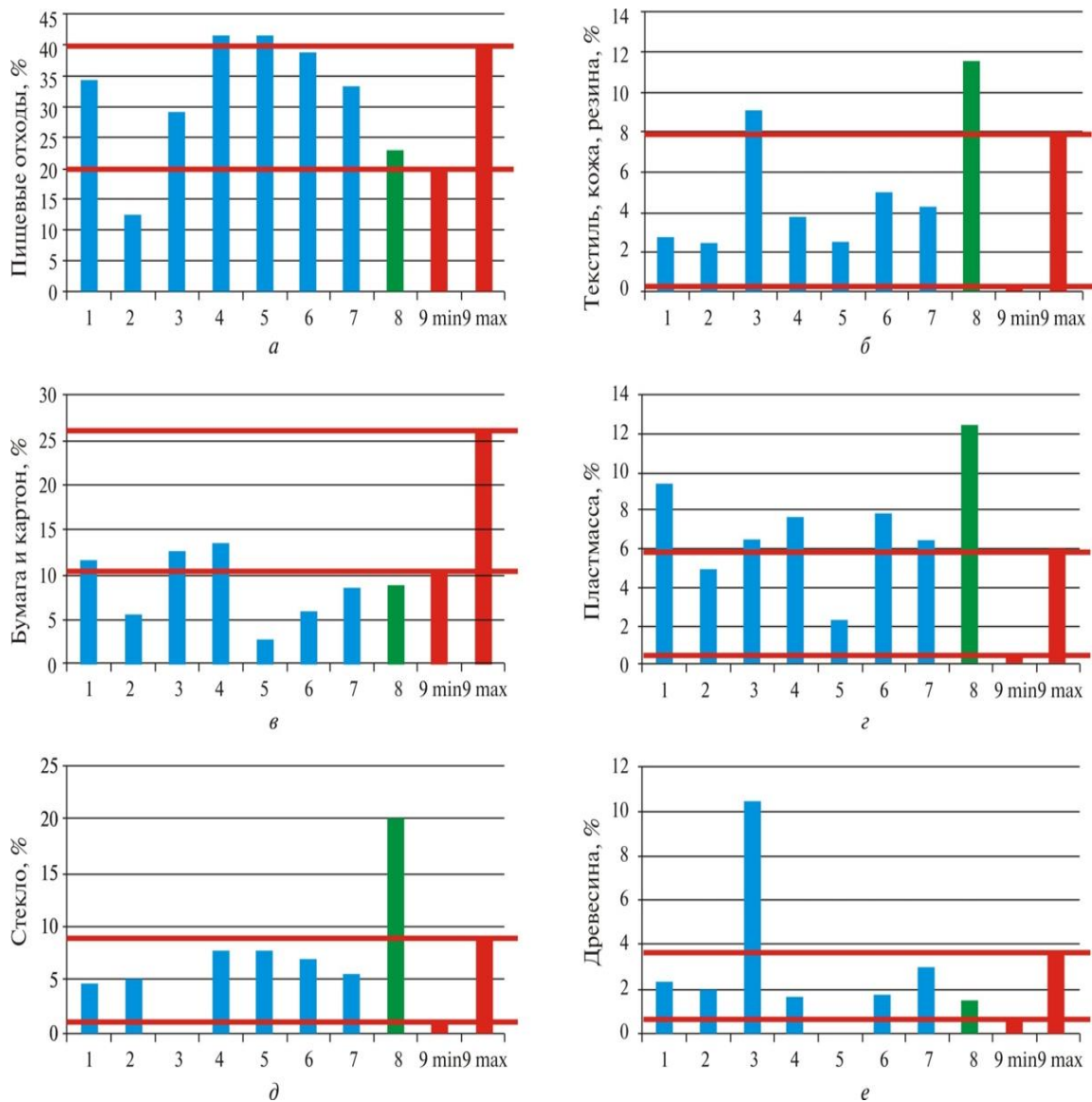
В той же час, в Україні є низка нормативних документів щодо поводження зі складовими ТПВ [13], а також інших документів, що регламентують цілі держави за обсягами повторної переробки тари (35% після 2011 р.) та встановлюють тарифи за окремі види послуг у сфері поводження з цими складовими ТПВ [14]. Однак ці тарифи принаймні в 5 разів менші від тарифів на переробку, що застосовуються в зарубіжних країнах з розвиненою економікою [11]. Тому, а також з урахуванням того, що в Україні переробляється близько 3% ТПВ [15] представляється необхідним економічно обґрунтувати та переглянути тарифи з метою стимулювання здійснення ним переробки та досягнення самоокупності. З проведеного аналізу правового регулювання сфери поводження з ТПВ, можна зробити висновок, що перед Україною та її урядом стоїть завдання розробки цілісного та систематизованого пакету нормативно-законодавчих актів у даній сфері.

Поховання ТПВ відходів на полігонах і чисельних звалищах призводить до забруднення природних складових довкілля, порушає гомеостаз природних екосистем та агроекосистем, сприяє парниковому ефекту.

Утилізація ТПВ без попереднього сортування скрутна, тому їх слід спочатку сортувати по компонентам, а потім кожний компонент переробляти з урахуванням його властивостей» [16].

Варто зазначити, що склад ТПВ з часом змінюється навіть у межах одного регіону і міста. Наприклад, щільність ТПВ змінюється в інтервалі від 0,06 до 0,45 т/м³ [16], а в осінньо-зимовий період вміст харчових відходів перевищує середньорічну величину.

Вміст основних компонентів ТПВ на окремих полігонах України наведений на рис. 1.1 [17].



а — Євпаторія; б — Сімферополь; в — Ялта; г — Харків; д — Київ; д — Донецьк;
; 7 — Борисполь; 8 — середнє значення

Рисунок 1.1 — Вміст основних компонентів ТПВ окремих міст України [17]

Як сказано вище, основна частин ТПВ в регіонах України видаляється на полігони та звалища (для порівняння у країнах ЄС на полігони ТПВ видаляється лише 40 % від загальної маси зібраних ТПВ, а решта переробляється [17]).

Поховання ТПВ на спеціально облаштованих майданчиках (полігонах) негативно впливає на стан природних складових довкілля тому, що продукти розкладу окремих компонентів ТПВ проникають у глибокі шари ґрунту та розповсюджуються підземними водами.

Спалювання ТПВ також викликає серйозні проблеми через наявність великої кількості негорючих домішок. Крім того, горіння деяких компонентів відходів супроводжується значними викидами низки забруднюючих речовин в атмосферу. Це підкреслює важливість попереднього сортування ТПВ перед спалюванням для видалення токсичних і негорючих матеріалів. Оскільки вологість ТПВ часто перевищує 40%, що знижує їх теплотворну здатність, перед спалюванням доцільно їх висушувати. «Забруднюючі речовини (насамперед, органічного походження) проникають у нижні шари ґрунтового покриву та розповсюджуються ґрунтовими водами, транспортуючи у потоці цих вод різні токсичні речовини, патогенну мікрофлору, солі важких металів та інші шкідливі речовини» [18].

Вважається, що безпечним методом знешкодження небезпечних компонентів ТПВ є метод піролізу [19].

У 2017 році в Україні ухвалили «Національну стратегію управління відходами до 2030 року» в рамках Угоди про Асоціацію з ЄС. Цілі Стратегії відповідають вимогам низки Директив ЄС. Вони включають певні вимоги до екологічності виробництва продукції, переробки відходів, дизайну упаковки тощо. Так, наприклад, до 2030 року в Україні мають переробляти 70% усіх упаковок, що виходять на ринок, 55% пластику, 85% паперу та картону.

2 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПРИНЦИПАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Відомо, що лінійний підхід в економіці, хоч і дуже простий у реалізації, приносить мало користі. Багато матеріалів, які можна було б використати повторно, просто викидаються, що спричиняє значні фінансові втрати та широке вплив виробництва на довкілля. Сьогодні все більше компаній роблять вибір на користь більш економічно ефективних та відповідальних рішень – насамперед так званої економіки замкнутого циклу.

Можливість повторного використання матеріалів є надзвичайно привабливою перспективою – не лише з фінансової точки зору, а й з погляду охорони навколишнього середовища. Це значний зрушення від норми, характерної для перших днів розвитку, коли переважала лінійна модель – спочатку потрібно було зібрати потрібну сировину, потім перетворити її на продукт, розподілити та експлуатувати її, і, нарешті, викинути.

Циркулярна економіка – це концепція, що виникла наприкінці 1980-х років, але найбільшої популярності набула лише після 2000 року. Останніми роками цей підхід багато в чому визначає бачення розвитку різних організацій та підприємств – слід зазначити, що у 2014 році новий план Європейського Союзу був орієнтований саме на цю модель, що реалізується з 2020 року.

Циркулярна економіка контрастує з підходом, який домінував у менеджменті донедавна. Традиційна, лінійна економічна модель не враховує повторне використання сировини та відходів. В результаті вона вимагає використання значної кількості дешевих матеріалів, а також запровадження так званого запланованого старіння – проектування продукції таким чином, щоб вона просто переставала працювати через певний період.

Компанії, що використовують модель замкнутого ланцюжка створення вартості, замість виробництва одноразової продукції відновлюють використані деталі або переплавляють матеріали, щоб повернути їх у вихідну

форму. Це робить їх придатними для повторного використання – у деяких випадках навіть у зовсім іншій галузі. Варто зазначити, що модель циркулярної економіки пропонує багато переваг для сучасного бізнесу. Впровадивши таку модель, компанії можуть витратити менше грошей на окремі види сировини, робити внесок у захист навколишнього середовища та знижувати вплив волатильності цін на ринку.

Багато елементів, вироблених на автомобільних підприємствах, виготовляються з універсальних матеріалів, які успішно використані повторно у майбутньому. Варто зазначити, що обробна промисловість, у тому числі автомобільна, є відповідальною за викид в атмосферу близько 19% усіх парникових газів. Тому, крім енергоефективності, автомобільні компанії повинні приділяти увагу можливості повторного використання деталей та відходів, що утворюються під час виробничих процесів.

Пластикові рішення для циркулярної економіки з багаторазовим *EPP*-упаковкою від *Knauf Industries*. *Knauf Industries* – це мережа компаній, що постачають вироби з пінополістиролу та пінополіпропілену (*EPP*), у різні галузі промисловості. Ці типи матеріалів мають ряд унікальних властивостей, які дозволяють використовувати їх у різних галузях промисловості. Компанія особливо прихильна до принципів циркулярної економіки та зворотної логістики – одним із прикладів є надлегка багаторазова упаковка *Knauf* для автомобільної промисловості. Індивідуальна зворотна тара з пінополістиролу, а також стандартні контейнери *Komebas* мають чудові ізоляційні властивості, можуть бути використані багаторазово і підлягають 100% переробці.

Коли мова заходить про вилучення максимуму з матеріалів і мінімізацію кількості відходів, Фінляндія може поділитися своїми багатими знаннями про те, як можна використовувати інноваційні технології в ключових галузях.

Нагадуємо, що економіка повного циклу - це коли всі матеріали повністю утилізуються і переробляються - набуває все більшої цінності і стає найважливішою метою у світі, що стикається з такими критичними проблемами, як зміна клімату та виснаження природних ресурсів.

Європейський Союз завершує амбітну стратегію циркулярної економіки, а уряд Фінляндії тим часом віддає пріоритет інвестиціям у просування циркулярної економіки серед нових найважливіших проектів.

Наприклад, фінські виробники та дистриб'ютори продуктів харчування прагнуть радикального скорочення харчових відходів. Фінська енергетична компанія *St1* є піонером у виробництві біопалива із залишків харчової промисловості.

Основні переваги використання циркулярної економіки в порівнянні з традиційною лінійною економікою, наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні переваги використання циркулярної економіки в порівнянні з традиційною лінійною економікою

Зниження використання ресурсів:	циркулярна економіка дозволяє використовувати ресурси більш ефективно, переробляючи відходи та повторно використовуючи матеріали; це дозволяє скоротити споживання первинних ресурсів, таких як деревина, нафта та метали, та зберегти їх для майбутніх поколінь
Зниження викидів та забруднення навколишнього середовища:	перехід до циркулярної економіки дозволяє знизити викиди та забруднення навколишнього середовища, оскільки процеси переробки та повторного використання ресурсів менш шкідливі для навколишнього середовища, ніж виробництво нових ресурсів.
Економічна стійкість:	циркулярна економіка дозволяє ефективніше використовувати ресурси, що призводить до зниження витрат на закупівлю нових матеріалів; крім того, створення нових ринків для перероблених матеріалів та продуктів дозволяє створити нові робочі місця та покращити економічну стійкість.

Директива 2008/98/ЄС встановлює ієрархію бажаного управління та поводження з відходами (рис. 2.1).

Найкращим є перший рівень → запобігання (попередження) утворення відходів; за ним іде підготовка до повторного використання; наступні рівні – рециклінг відходів або їх відновлення. Останній, найменш бажаний, варіант – це захоронення відходів на звалищах та полігонах та сміттєспалювання (рис. 2.1).

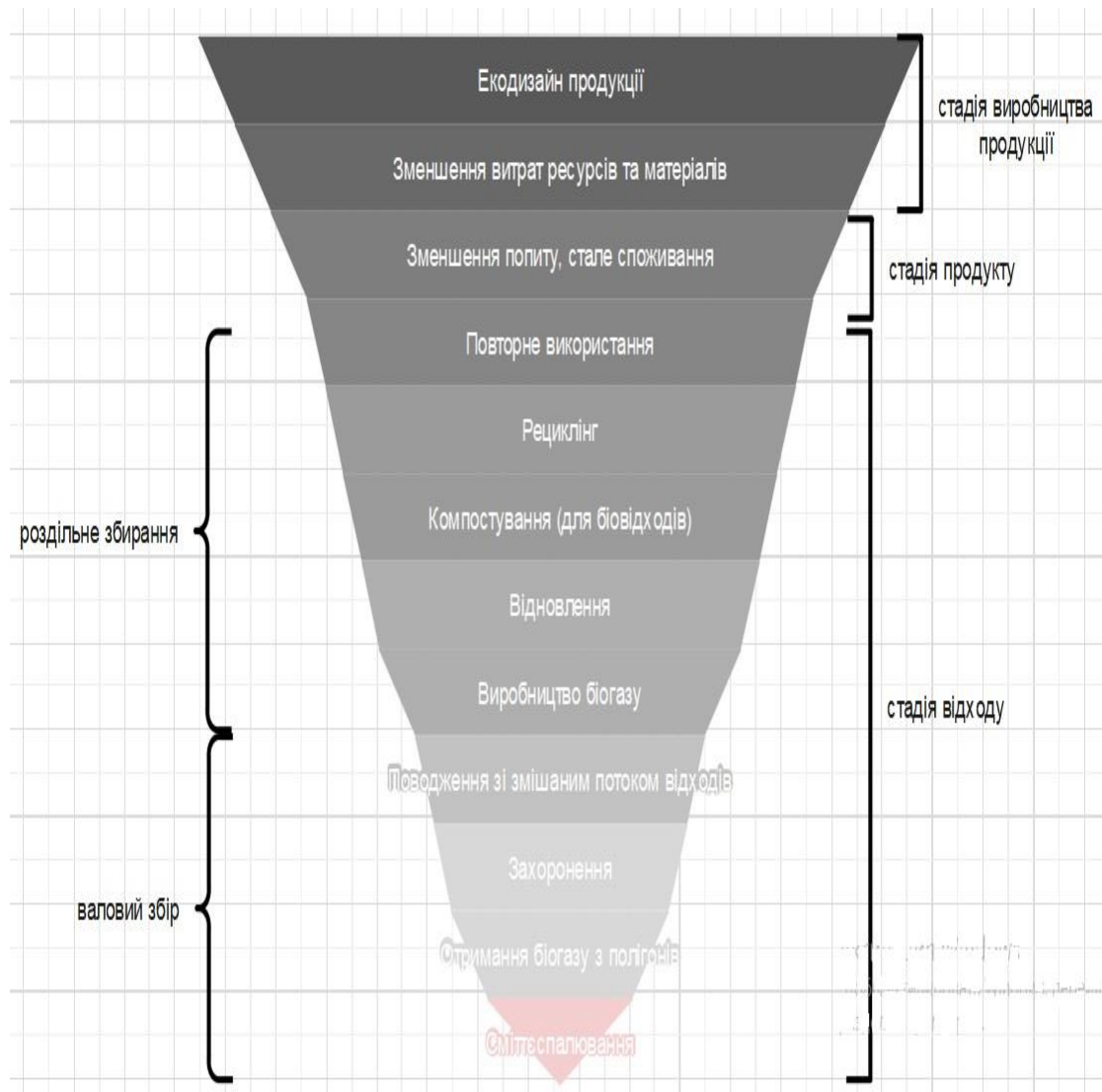


Рисунок 2.1 – Ієрархія методів поводження з ТПВ (Директива 2008/98/ЄС та Плану дій з циркулярної економіки)

Суть плану Дій ЄС щодо циркулярної економіки показана у табл. 2.2.

Протягом одного року із 78 млн т вироблених пластикових матеріалів переробляють лише 2%, а той час у разі їх ефективною переробки можна істотно зекономити вихідні природні ресурси та електроенергію. Слід

Таблиця 2.2 – План Дій ЄС щодо циркулярної економіки

1. Виробництво					
Виробничий дизайн (екодизайн): робить продукцію довговічнішою або легшою для ремонту, модернізації чи переробки.			Виробничі процеси: спрямовані на зменшення споживання ресурсів і впливу на навколишнє середовище, зокрема, мінімізацію утворення відходів, шляхом впровадження найкращих доступних технологій		
2. Споживання					
подовження терміну служби продукту завдяки повторному використанню та ремонту, отже, уникненню втрат			стале споживання та зменшення утворення побутових відходів		
3. Управління відходами					
визначає, як ієрархія відходів ЄС (від запобігання, підготовки до повторного використання, переробки та рекуперації енергії до утилізації) реалізується на практиці					
збільшення цільових показників переробки паковальних матеріалів	сприяння добровільній сертифікації об'єктів з переробки певних ключових видів відходів (наприклад, електронних відходів, пластику)	інновації у збиранні та сортуванні відходів	умови для підвищення рівня переробки завдяки роздільному збору відходів	ініціатива "відходи в енергію" означає, що відновлення енергетичного вмісту відходів є кращим варіантом, ніж їх захоронення	вдосконалення розрахунку глибини переробки
4. Від відходів до ресурсів: стимулювання ринку вторинної сировини та повторного використання					
стандарти якості для вторинної сировини	достатній попит на вторинну сировину	умови використання органічних відходів як добрив	транскордонний обіг вторинної сировини	зв'язок із законодавством про хімічні речовини для просування циклів нетоксичних матеріалів	
5. Пріоритетні напрямки					
пластики	харчові відходи	критично важлива сировина	відходи будівництва та зносу	біомаса та продукти на основі біомаси	
6. Інновації, інвестиції та інші горизонтальні заходи					
потрібні нові технології, процеси, послуги та бізнес-моделі; підтримка досліджень та інновацій стане основним фактором стимулювання переходу до ЦЕ					
7. Моніторинг прогресу на шляху до циркулярної економіки					
розробка системи моніторингу для ЦЕ, призначена для ефективного вимірювання прогресу на основі достовірних і наявних даних					

зазначити, що у Федеративній Республіці Німеччини переробляють 67% ВПМ, у Словенії - 59%, Швейцарії - 53%, а у інших європейських країнах постережуться тенденція збільшення частки перероблених ВПМ. На жаль, як вказано вище, в Україні 94% поки що основну частку ТПВ (а в їх складі ВПМ) розміщують на полігонах і численних звалищах.

Варто розглянути особливості системи управління та поводження з ТПВ в окремих європейських країн.

До 1990 року проблема управління та поводження з ТПВ у *Федеративній Республіці Німеччини* була складною проблемою. Основна частка ТПВ була розміщена на сміттєзвалищах, а підприємств для переробки та утилізації ТПВ було мало. Значну частку ТПВ припадало на відходи від упаковок, тому уряд Федеративної Республіки Німеччини затвердив Постанову про упаковку, який відображав концепцію розширеної відповідальності виробника (РВВ). Це дозволило істотно удосконалити систему управління та поводження з ТПВ,

В Австрії переробляють 62% ТПВ, а частка переробки ВПМ становить менше ніж 50%. Усі витрати, пов'язані зі поводженням з ТПВ здійснюються за рахунок збору, який сплачують компанії. Ця система стрімко розвивалася протягом останніх двох десятиліть і тепер входить до Закону про упаковку.

У іншій країні ЄС - *Чеській Республіці* переробляють приблизно 16% ТПВ та майже 60% ВПМ, а також переважну частку відходів упаковки.

В Іспанії частка переробки ТПВ становить 33%, а ВПМ майже 50%.

Бельгія має одну з найвищих часток перероблених відходів у ЄС – 58%. також там переробляють приблизно 45% ВПМ. Кожен регіон цієї має свої особливості системи управління та поводження з ТПВ та її ресурсоцінними компонентами.

У *Великобританії* успішно реалізується проект з поширення відходів пакувальних матеріалів, здатних до біодеградації. Водночас у країні розвивається проект, орієнтований скорочення відходів будівництва.

В Ірландії створена система запобігання утворення ТПВ, а також створені умови для технічного сприяння та стимулювання малих та середніх підприємств, неурядових організацій у сфері поводження з ТПВ.

Вище наведена інформація є лише дуже невелика частка прикладів створення ефективної системи управління та поводження з ресурсоцінними складовими ТПВ в окремих європейських країнах, на досвід яких можна орієнтуватися регіонам України.

Розглянемо складові ієрархії управління відходами в ЄС, а саме: запобігання утворення відходів, повторне використання, рециклінг, використання для інших цілей, поховання.

Запобігання утворення ТПВ розуміється як необхідність розробки матеріалів, товарів та послуг таким чином, щоб при їх виробництві, використанні, повторному використанні та рециклінгу, а також при видаленні після закінчення терміну їхньої служби утворювалося якнайменше відходів. Директива 2008/98/ЄС визначає, що запобігання «означає заходи, які вживаються до того, як речовина, матеріал або продукт стають відходами, і які наперед скорочують:

- а) кількість відходів, включаючи повторне використання продуктів або збільшення їх життєвого циклу;
- б) негативний вплив вироблених відходів на довкілля та людське здоров'я;
- в) вміст небезпечних субстанцій у матеріалах та продуктах».

Практично мова йдеться про використання меншої кількості матеріалів при розробці та виготовленні продукту, більш тривалих термінах його експлуатації та зменшення вмісту в ньому шкідливих компонентів. Державам-членам ЄС Директивою 2008/98/ЄС було наказано не пізніше грудня 2013 р. розробити власні програми «запобігання утворення відходів»; при цьому, як завжди, допускалася та чи інша свобода дій у тому, що стосувалося змісту та способів імплементації таких програм. У Західній Європі «запобігання утворення відходів» від початку було сприйнята як «ідеальне вирішення всіх

проблем». По всьому світу місцеві уряди та екологічні агенції зробили запобігання відходам своїм пріоритетом.

До порядку дня увійшли принципи «мінімізувати», «знову використовувати» та «рециклювати» (так звані *три R* – *reduce, reuse та recycle*). На кінець 2014 р. у країнах ЄС було прийнято 36 національних та регіональних програм щодо «запобігання» – різних за змістом, цілями та тимчасовими горизонтами. Програми орієнтовані на домогосподарства, муніципалітети, сільське господарство та видобувний сектор; більшість з них мають справу з такими видами відходів, як органіка (харчові відходи), електричні та електронні компоненти, батареї, упаковки, небезпечні відходи. Щодо національних програм «запобігання» ЄС здійснює моніторинг із подальшою популяризацією «найкращих практик». Пропагуються, зокрема, такі програми (всі приклади взято із сайту Європейської комісії).

Повторне використання. Наступний рівень ієрархії управління відходами в ЄС є повторне використання. Для повної термінологічної ясності тут слід наголосити, що повторне використання за визначенням, даним у Директиві 2008/98/ЕС, означає «будь-яку операцію, за допомогою якої продукти або компоненти, що не стали відходами, знову використовуються для тієї ж самої мети, на яку вони були спочатку проведені». Класичний приклад у цьому відношенні – склотара, «здавання посуду» радянських часів. При такому обмеженні, зрозуміло, сфера дії даного принципу, по суті, невелика і сам він скоріше служить пропаганді ощадливості та дбайливості в суспільстві, ніж вирішує скільки серйозні економічні задачі.

На практиці повторне використання охоплює такі види відходів (всього того, що домогосподарства можуть пожертвувати на користь економічно менш просунутих верств населення), як запчастини автомобілів, меблі, холодильники, телеприймачі, комп'ютери, одяг, кухонне начиння та кухонні електроприлади, інші предмети побуту, будівельні матеріали, садовий інвентар, прикраси, що вийшли з моди, книги і т. п. Для збору всього цього створюються спеціальні центри, де здійснюється оновлення (ремонт) та

продаж всього перерахованого вище за принципом «*second hand*». Наприклад, у Швеції побудований муніципальний центр з прийому речей, що відслужили свій термін (меблів, комп'ютерів, одягу, іграшок, велосипедів, садового обладнання, будівельних матеріалів) і продаж всього цього вже «в товарному вигляді». Одночасно широко розвивається рух за повторне використання речей і матеріалів у побуті.

Рециклінг в Директиві 2008/98/ЄС визначається як «будь-яка операція, при якій матеріал відходів переробляється в продукти, матеріали або субстанції незалежно від того, чи продукт, отриманий в результаті, служить своїм початковим або будь-яким іншим цілям». Вважається, що рециклінгу піддається до 80% складових ТПВ. Директивою 2008/98/ЄС наказано довести до 2020 р. рівень рециклінгу відходів у Європейському союзі («принаймні паперу, металів, пластику та скла, що збираються від домогосподарств»), як мінімум, до 50% від загального обсягу відходів, що враховуються; в окремих країнах цей показник перевищено вже сьогодні

Директива ЄС про відходи передбачає роздільний збір таких складових ТПВ: 1) скла, 2) паперу, 3) металу 4) пластику. Збиранню для рециклінгу на муніципальному рівні служать пластикові або металеві контейнери різних кольорів та/або з написами. Як правило, у жовті контейнери поміщають пластмаси, у сині – папір та картон, у зелені – скло, у червоні – метали, у сірі (чорні) – відходи, які не потрапляють в жодну із перелічених компонентів. Для органічної складової ТПВ, які легко розкладаються, іноді встановлюють коричневі контейнери.

Важливим є аналіз морфологічного складу ТПВ, їх розподілили їх на окремі категорії для подальшої переробки та утилізації. В якості прикладу можна привести досвід міста Львов, де створена ефективна система управління та поводження з ТПВ; в потоці ТПВ виділяються такі категорії відходів: 1) ресурсоцінні, 2) органічні, 3) санітарні, 4) небезпечні, 5) що не переробляються.

До ресурсоцінної складової ТПВ належать різноманітні ВПМ. При цьому слід зазначити, що не всі категорії ВПМ можна використовувати як вторинну сировину (наприклад, так званий «шуршик» та ін флакони з-під миючих засобів).

Дані щодо морфологічного складу змішаних твердих побутових відходів (на прикладі міста Львів) наведені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Морфологічний склад змішаних твердих побутових відходів (на прикладі міста Львів) [20]

Варто зазначити, що у потоці ТПВ міста Львів лише 50% відходів пластикових матеріалів є ресурсоцінними.

Спеціальні дослідження були проведені для змішаних ТПВ у повністю заповненому контейнері об'ємом 1,1 м³ та встановленою масою опрацьованих відходів - 135,5 кг. Як показали дослідження, об'єм ТПВ після розбору зменшився до 0,8 м³, а щільність ТПВ є на 32% меншою (рис. 2.3).

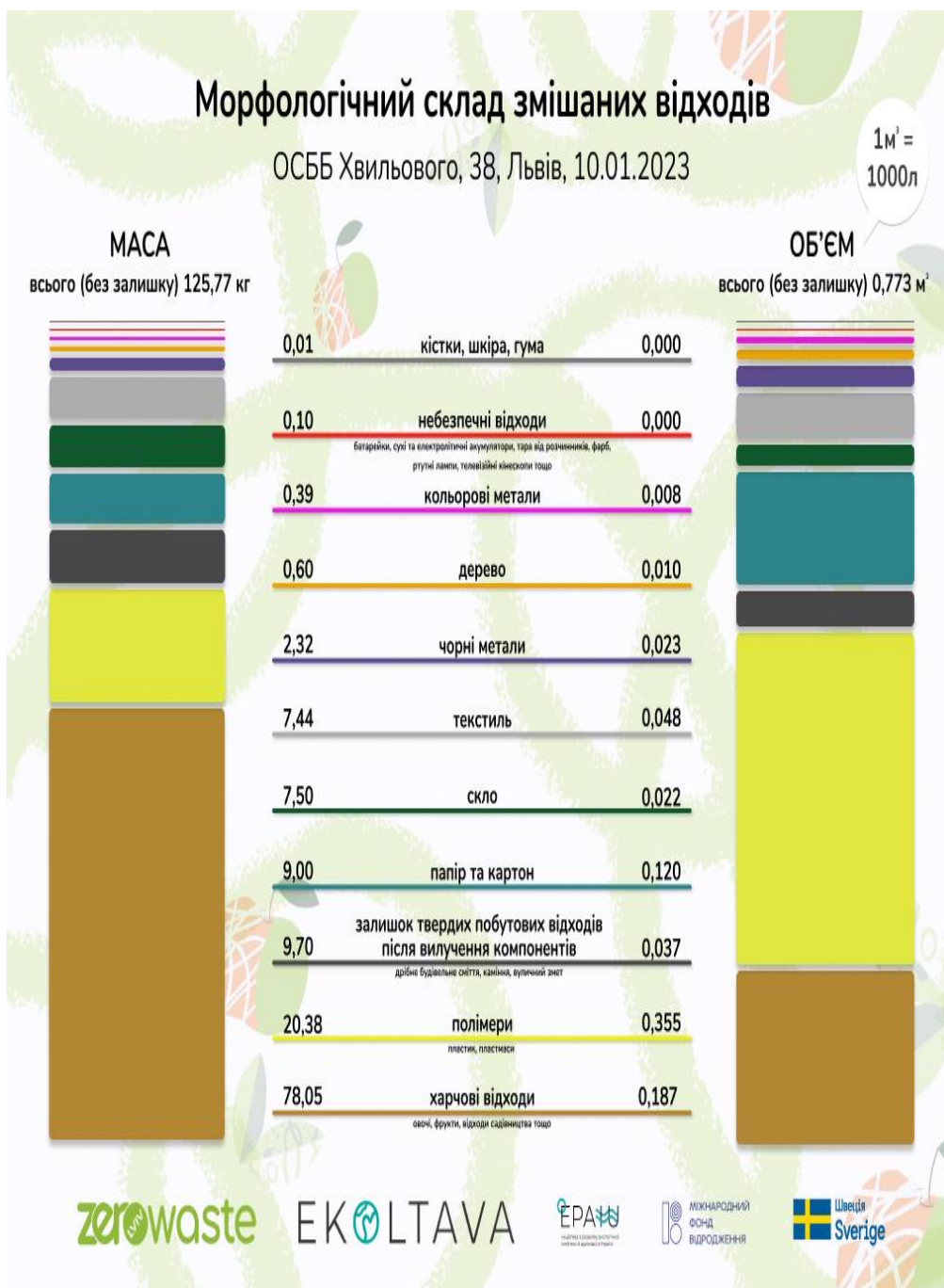


Рисунок 2.3 – Особливості морфологічного складу змішаних відходів міста Львів [20]

На підставі аналізу морфологічного складу ТПВ зазначено, що 60% маси ТПВ складають органічні відходи, 20% - ресурсоцінні – 20%, 15% – нересурсоцінні 4,2% – засоби гігієни, менше 1% – небезпечні відходи. А за об'ємом очікувано переважають ВПМ.

Підприємство «EKOLTAVA» провели дослідження морфологічного складу ТПВ масою 300 кг. Порівняння морфологічного складу твердих побутових відходів за фракціями та відібраної проби наведено на рис. 2.4.

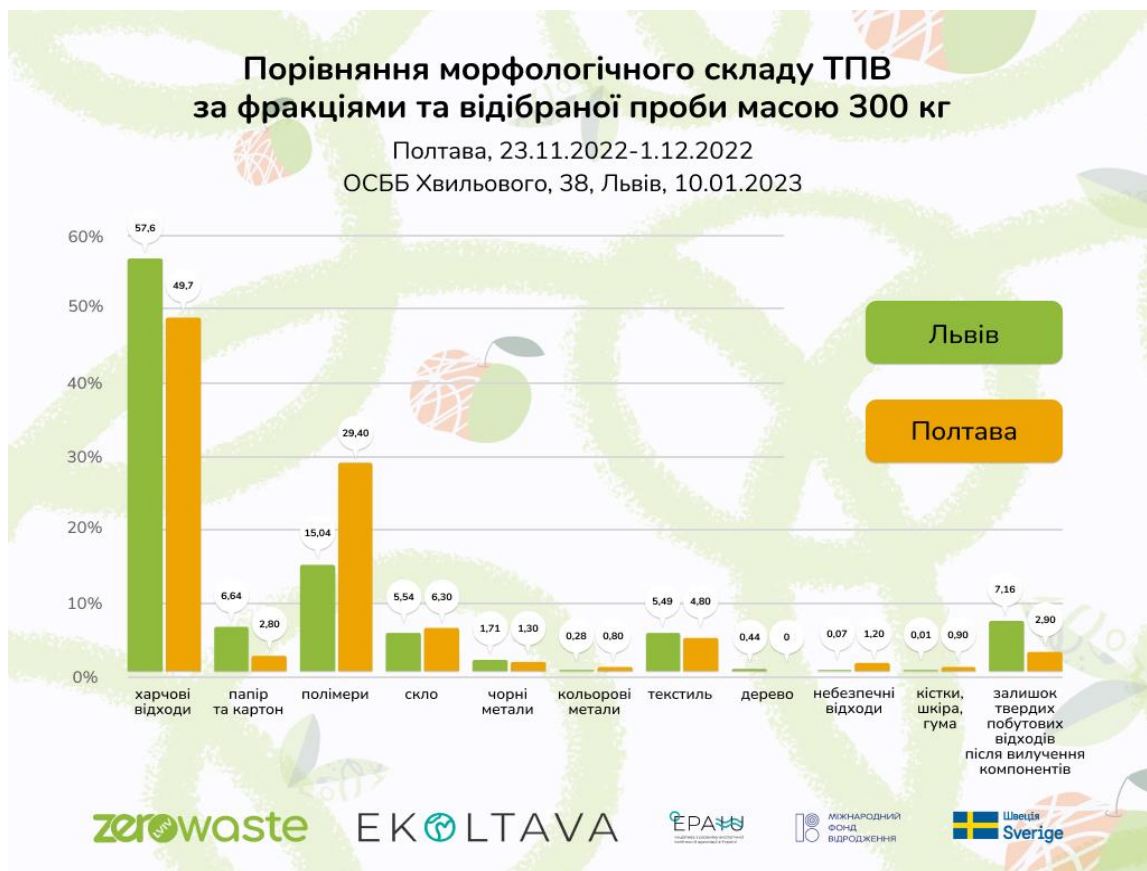


Рисунок 2.4 – Порівняння морфологічного складу твердих побутових відходів

Як бачимо, харчові відходи займають домінуючі позиції в потоці ТПВ обидвох територіальних громадах. Наступними по масі є різноманітні ВПМ. Наприклад, у Полтаві органічні відходи становлять 50%, в той час, як ВПМ займають лише 30% за масою контейнера.

Дані щодо морфологічного складу ТПВ, що утворені у Києві наведені на рис. 2.5, а щодо усередненого морфологічного складу ТПВ містам України наведений на рис. 2.6.

Морфологічний склад ТПВ, утворюваних в м. Києві

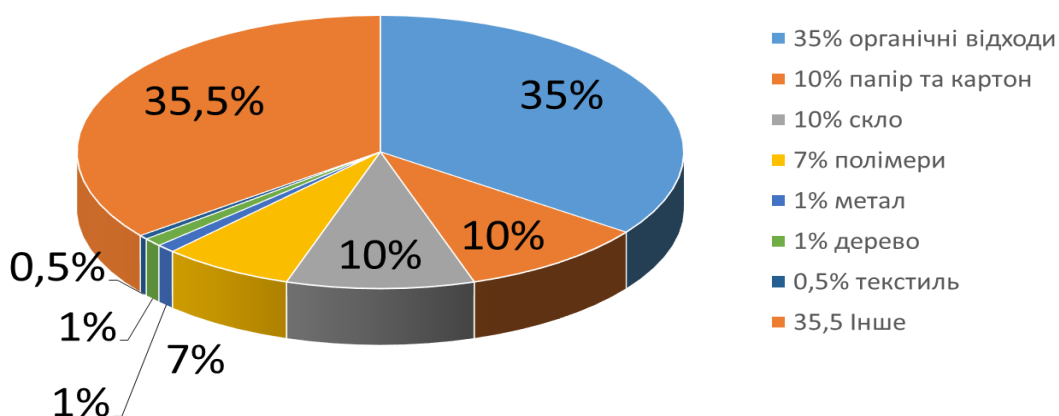


Рисунок 2.5 – Морфологічний склад ТПВ, утворених у Києві

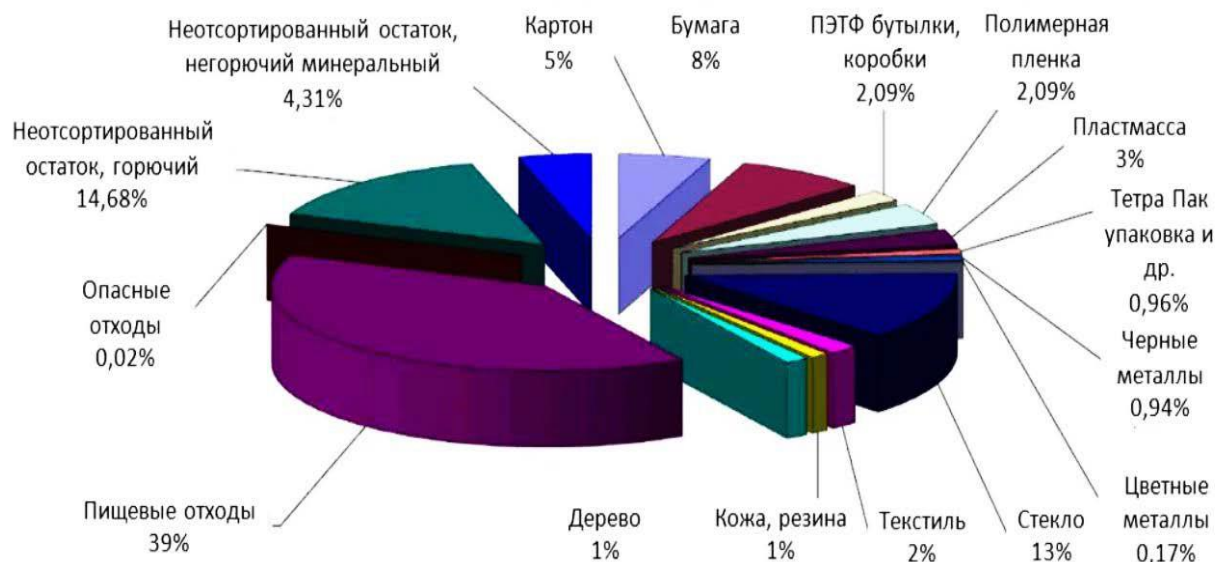


Рисунок 2.6 – Усереднений морфологічний склад ТПВ по регіонам і містам України

Морфологічний склад ТПВ окермих міст декілька різниється (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Морфологічний склад ТПВ окремих міст України

Місто Київ							
Органіка	Папір та картон	Скло	Полімери	Метал	Дерево	Текстиль	Інше
35%	10%	10%	7%	1%	1%	0,5%	35,5%
Місто Львів							
57,6	6,64	5,54	15,04	1,99	0,44	5,40	7,35%
Місто Полтава							
49,7	2,80	6,30	29,40	2,10	0	4,80	4,9%
Місто Одеса							
Україна							
39%	13%	13%	7%	1%	1%	2%	24%

Переваги і недоліки поводження з змішаними твердими побутовими відходами показані у табл. 2.4, а переваги і недоліки роздільного збору твердих побутових відходів – у табл. 2.5 [21].

Таблиця 2.4 – Переваги і недоліки поводження з змішаними твердими побутовими відходами [21]

Переваги	Недоліки
Низький рівень необхідних інвестиційних витрат (непотрібні додаткові контейнери)	Зазвичай досягається дуже низький рівень вилучення ресурсоцінних компонентів - 5-10%
Непотрібні зусилля з боку населення	Високий ступінь забруднення відібраних ресурсоцінних компонентів
	Економічна нерентабельність
	Технічні складнощі
	Гігієна праці

Стисла інформація щодо можливостей (потужностей) переробки роздільно зібраних відходів станом в Україні наведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Переваги та недоліки роздільного збирання твердих побутових відходів [21]

Переваги	Недоліки
Можливості отримання вторинної сировини	Високі інвестиційні витрати (сміттєвози, контейнери, лінії сортування відходів тощо)
Можливість вилучення вторинної сировини	Потребує високого рівня участі та дисципліни з боку населення
Можливість створення робочих місць	Необхідний високий рівень освіти та підвищення обізнаності населення
Можливість виховати почуття «екологічного громадянства»	Потребує моніторинг використання контейнерів, призначених для розділеного збір ТПВ – на вулиці та ЖКГ
Частина операційних витрат може компенсуватись за рахунок доходів від продажу ресурсоцінних компонентів ТПВ	

Виробничі можливості для переробки ТПВ в Україні наведені в табл. 2.6.

Слід зазначити, що створення ефективного та технологічного циклу із сортування та переробки ТПВ дозволить в масштабах окремого міста:

- 1) збільшити обсяги вторинної сировини для переробки;
- 2) підвищити якість відсортованих продуктів (макулатура, скло, відходи пластикових матеріалів тощо);

Таблиця 2.6 – Потужності для переробки роздільно, зібраних відходів станом в Україні [21]

Кількість підприємств переробки вторинної сировини	Макулатура	Полімери	ПЕТФ-пляшки	Склобої
		17	39	19
Виробнича потужність	1200 тис. т	260 тис. т	77 тис. т	800 тис. т
Використання потужностей	На 92%	На 65,4%	На 65%	На 60,2%
Завантаженість	1104,5 тис. т (392,3* в т.ч. імпорт відходів) 1104,5 т.т. - 392,3 т.т. = 712,2	170 тис.т (53,4* в т.ч. імпорт відходів) 170 т.т. - 53,4 т.т. = 116,6	50 тис.т	482 тис.т (32,5* в т.ч. імпорт відходів) 482 т.т. - 32,5 т.т. = 449,5

- 3) підвищити екологічність даного виробництва і поліпшити умови праці при сортуванні і обробці ТПВ;
- 4) знизити обсяги необроблених складових ТПВ;
- 5) знизити втрати, пов'язані з ліквідацією наслідків розміщення ТПВ на полігонах і звалищах;
- 6) уповільнити процес розширення площі земельних ділянок, які використовуються для захоронення ТПВ на полігонах і звалищах;
- 7) поліпшити санітарно-епідеміологічний стан в населених пунктах .

Загальна схема переробки ТПВ з утилізацією цінних компонентів показана на рис. 2.7.

Формування ефективної системи переробки ТПВ, надасть регіонам України додаткових 400 тис. робочих місць та отримати 4-5 млрд грн ВВП щорічно, причому на ВПМ припадає істотна частка.

Державні механізми для повторного використання відходів може урахувати:

- 1) заборону видобутку окремих природних ресурсів при можливості їх заміни вторинною сировиною);

2) високий екологічний податок за видобуток природних ресурсів (наприклад, піску) замість вторинної сировини; розвиток технологій утилізації відходів та їх ринок;

3) державне сприяння вивченню та належному фінансуванню досліджень та робіт з вироблення методів та способів використання відходів в інших галузях виробництва; надання економічних преференцій інвесторам, які готові інвестувати у сферу переробки відходів та підприємствам, які використовують відходи як вторинну сировину.

Загальна схема переробки твердих побутових відходів з утилізацією цінних компонентів наведена на рис. 2.7.

Потрібно формувати екологічно-орієнтовані широкі верстви населення, які б розгадали ТПВ цінний ресурс (вторинну сировину) і ресурсоцінні складові розміщали у відповідні контейнери (рис. 2.8).

Слід нагадати, що використану пластикову тару необхідно вимити та висушити, стиснути, щоб вона займала менше місця при транспортуванні, зняти кришки та наклейки, а пластикові пакети повинні бути без залишків вмісту та паперових наклейок. З перероблених ВПМ одержують вторинну сировину для нових продуктів, але не підлягають переробці пластикові вироби без маркування або з відміткою 03, 07, блістерні контейнери, одноразовий пластиковий посуд, засоби гігієни та медичні аксесуари.

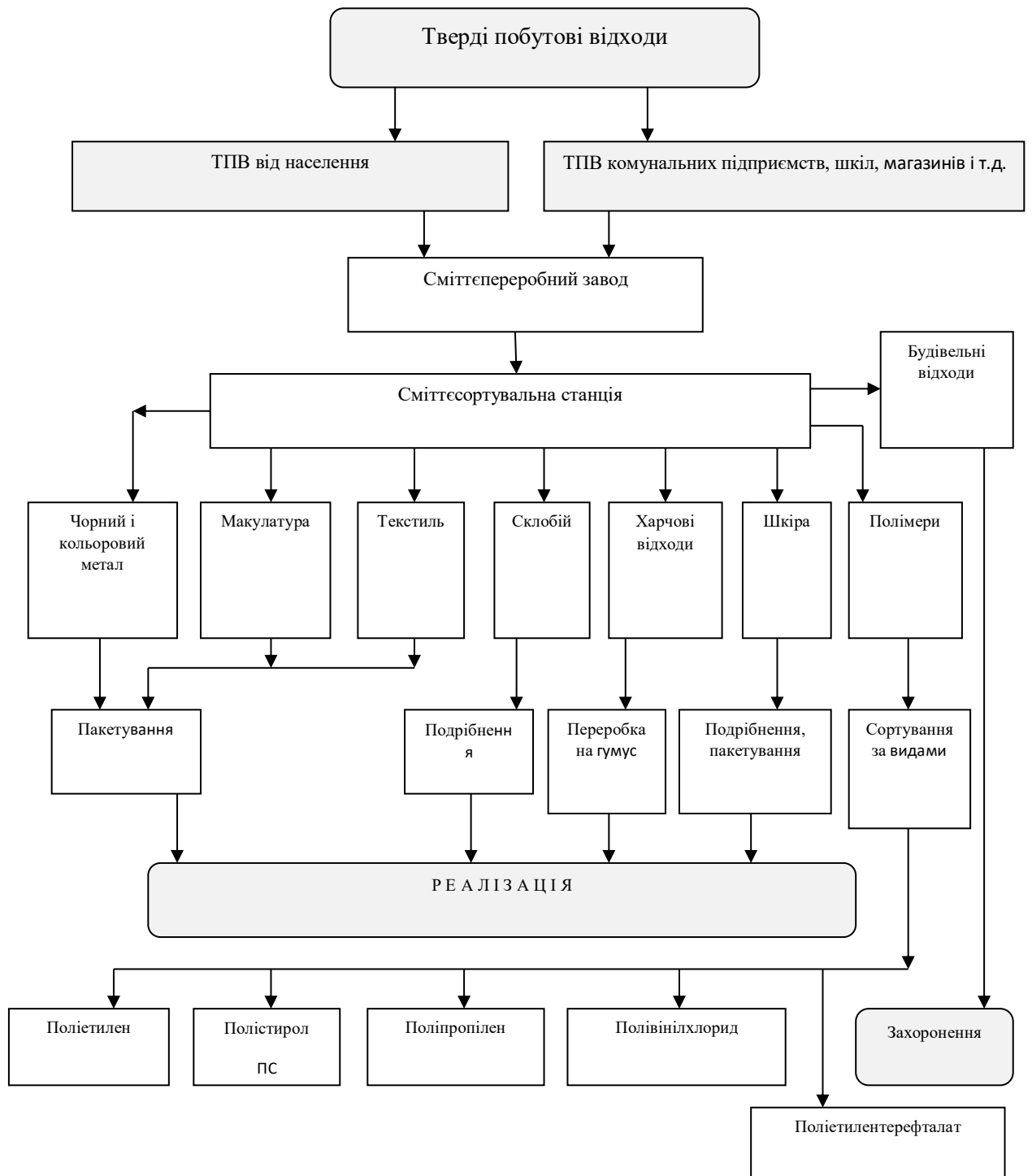


Рисунок 2.7 – Загальна схема переробки твердих побутових відходів з утилізацією цінних компонентів [22]



Рисунок 2.8 – Типові контейнери для розміщення ресурсоцінних складових твердих побутових відходів

3 ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Проблема забруднення довкілля ВПМ та поводження з ними розглядається у багатьох облікованих робіт зарубіжних [1-4, 7-10, 19, 23-30] та вітчизняних [2, 11-22, 32-38, 40, 41] дослідників. Наведений перелік посилань лише невелика частка публікацій, присвячених цієї актуальної проблемі.

Варто зазначити, що виробництво одноразових упаковок є значним джерелом забруднення навколишнього середовища ВПМ. Приблизно 35% всіх вироблених пластикових матеріалів, як правило, використовується для виробництва упаковки, зокрема для виробництва одноразових контейнерів для їжі та напоїв, з яких 85% потрапляють на сміттєзвалища.

У аграрному секторі економіки також широко застосовується пластикові матеріали, починаючи від покриття насіння до використання мульчувальної плівки.

Близько 60% пластикових матеріалів використовується у виробництві одягу.

Значним споживачем пластикових матеріалів також є комунально-побутовий сектор, будівництво, машинобудування та інші галузі економіки.

Виробництво пластикових матеріалів вимагає великих матеріальних ресурсів та енергії, а також є джерелом викидів значної кількості забруднюючих речовин та парникових газів. Наприклад, у 2019 році виробництво пластикових матеріалів зумовило викиди 1,8 млрд т парникових газів, що становить 3,4% від їх світового обсягу.

Розглянемо найпоширеніші ВПМ: упакування та одноразова тара; пластикова сантехнічні вироби, електроніка та побутова техніка, канцелярське приладдя тощо.

Основна частка ВПМ утворюється на підприємства громадського харчування, на виробничих підприємствах, установах охорони здоров'я та офісних центрах.

Слід зазначити, що пластикові матеріали є складною групою речовин, для виробництва яких використовується понад 10 тисяч хімічних сполук, включаючи токсичні хімічні речовини, які забруднюють навколишнє природне середовище. Дуже значний обсяг виробництва пластикових матеріалів ускладнює створення ефективної системи поводження з їх відходами у будь-якій країні, оскільки їх кількість щороку продовжує зростати, а масштаби торгівлі ними розширюється.

Ефективне вирішення проблем на всіх стадіях життєвого циклу пластикових матеріалів (від видобутку ресурсів до утилізації) повинно бути відображено в стандартах на міжнародному, державному та корпоративному рівнях.

Відомо, що ВПМ поділяються на три групи за джерелами утворення: 1) відходи виробництва термопластичних матеріалів; 2) відходи споживання, 3) відходи, які накопичуються у міських зонах та на підприємствах громадського харчування.

ВМП, що придатні для переробки, діляться також на:

1) чисті, відсортовані, що легко утилізуються (при переробці до 90% таких пластикових матеріалів можна використати як вторинну сировину);

2) містять певну кількість забруднюючих речовин, потребують ретельного сортування, що супроводжується додатковими витратами на відбір, миття тощо); в результаті переробки лише 20-30% від їх початкового об'єму таких відходів можуть бути повторно використані;

3) сильно забруднені та змішані відходи); переробка таких відходів у більшості випадків є нерентабельним.

Можна виділити такі основні види пластикових матеріалів, які перетворюються у відповідні ВПМ:

- *Поліетилен високого та низького тиску.* Використовується при виробництві різних плівок, харчової упаковки, пляшок (високого тиску), для труб, іншої подібної арматури та багато іншого (низького тиску).
- *Поліетилентерефталат (PETE).* Використовується при виробництві PETE- пляшок, різних плівок, черепиці для дахів, тротуарної плитки тощо.
- *Поліефірні волокна.* Використовується при виробництві деталей меблів, м'якої набивки для одягу, наповнення для подушок тощо.
- *Полівінілхлорид.* Використовується при виробництві пластикових вікон та дверей, сантехнічних виробів, лінолеуму тощо .
- *Поліпропілен.* Використовується при виробництві плівкових етикеток. деталей різного обладнання тощо.
- *Полістирол.* Використовується при виробництві одноразового посуду, для будівництва шумопоглинаючих панелей, сантехніки, побутової техніки тощо.

Для переробки ВПМ їх спочатку збирають і сортують відповідно до міжнародної системи маркування, яка представлена у вигляді трикутника зі стрілками і цифрою всередині (рис. 3.1).



1 – поліетилентерефталат; 2 – поліетилен високої щільності; 3 – полівінілхлорид; 4 – поліетилен низької щільності; 5 – поліпропілен; 6 – полістирол; 7 – інші види пластику

Рисунок 3.1 – Піктограми основних типів пластикових матеріалів

Кожен вид ВПМ має власні фізико-хімічні та токсикологічні властивості, що необхідно урахувати при їх сортуванні та поводженні. Основні характеристики пластикових матеріалів, які необхідно урахувати при переробці ВПМ, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основі характеристики пластикових матеріалів

Тип пластикових матеріалів	Основні характеристики Сфери використання
Поліетилентерфталат 	Висока термостійкість; чистота та міцність; температура плавлення - от 245°C; стійкість до розчинників та агресивних рідин; повторне використання не рекомендується, оскільки можуть виділятися фталати; підлягає переробці
Поліетилен високої щільності 	Висока сталість до вологи і хімікатам; міцність; гладкий воскоподібний поверх; газопронітність; термічно-нестійкий матеріал; температура плавлення - от 120°C; низький рівень небезпеки (практично не виділяє шкідливих речовин); підлягає переробці
Полівінілхлорид 	Може бути жорстким та гнучким; висока прозорість; міцність; стійкість до хімікатів, жиру та олії; тоне у воді; при нагріванні виділяє канцерогенні речовини; негативно впливає на стан здоров'я людини (гормональну, репродуктивну та імунну системи); вмістить фталати, бисфенол А, вінілхлорид, ртуть тощо; при спалюванні виділяє діоксини; не підлягає переробці !
Поліетилен низької щільності 	Практично нешкідливий; легко переробляється; висока міцність; низька температура плавлення – от 100°C; у поодиноких випадках виділяє формальдегід; підлягає переробці
Поліпропілен 	Стійкість до низьких і високих температур та до агресивних рідин; міцність та жорсткість; відносно безпечний і нешкідливий; висока температура плавлення – от 160°C; виділяє формальдегід при неправильному зберіганні, або тривалому використанні; підлягає переробці
Полістирол 	Експлуатаційна гнучкість, прозорість; термоізоляційні властивості; висока температура плавлення – от 240°C; відноситься до канцерогенів, які несприятливо впливають на кровотворну і репродуктивну системи, а також печінку і нирки; при високих температурах видаляють шкідливу речовину – стирол; частково підлягає переробці (є обмеження)
Інші види пластику 	Може бути жорстким та гнучким; висока прозорість; міцність; стійкість до хімікатів, жиру та олії; тоне у воді; при нагріванні виділяє канцерогенні речовини; негативно впливає на стан здоров'я людини (гормональну, репродуктивну та імунну системи); вмістить фталати, бисфенол А, вінілхлорид, ртуть тощо; при спалюванні виділяє діоксини; не підлягає переробці !

Серед ВПМ, що мають маркування 7-OTHER найпоширенішим є акрилонітрилбутадієнстирол (АБС), який використовують для виробництва корпусних виробів у приладобудуванні, роз'ємів в електроніці, побутової техніки, фурнітури, розеток, вимикачів тощо. Більшість пластикових виробів в автомобільній промисловості виготовляються також з АБС-пластику (бампера, решітки радіаторів, ковпаки колісних дисків, елементи салону та багато іншого). Чимало застосувань даний тип пластику знаходить у медичній промисловості. У харчовій промисловості АБС не такий популярний (тут панує поліпропілен). Поверхня АБС-пластика легко піддається гальванізації, тим самим розширюючи коло застосування у декоративних виробках.

Даний вид пластику має хороший коефіцієнт усадки (0,4-0,7%), дозволяючи виготовляти вироби з високою точністю. Використовується АБС-пластик там, де необхідна стійкість до високих або низьких температур, де необхідна зносостійкість, наприклад, рухомих механізмах, де необхідна еластичність. Слід зазначити, що є безліч марок АБС-пластика, і навіть комбінації АБС коїться з іншими пластиками, тому вибір марки краще залишити фахівцям з виробництва.

Розповсюдженим видом ВПМ є також *поліамід* (ПА), який має підвищену міцність, термостійкість, стійкість до стирання і циклічні навантаження, має хороші фрикційні якості. Завдяки цим властивостям цей матеріал часто використовують у механічних виробках з рухомими елементами. Розглянемо один з найпоширеніших поліамідів - ПА6, його також називають капролоном або нейлоном (у США), чим міцніше марка поліаміду, тим вище її гігроскопічність, тобто властивість вбирати вологу, що тягне за собою погіршення діелектричних характеристик. Найчастіше міцнісні характеристики поліаміду посилюють додаванням скловолокна, в результаті виходить ще одна поширена марка - *ПА6-GF30*, де приставка *GF30* позначає наповнення поліаміду скловолокном на 30%. техніки з підвищеною вібраційною та ударною стійкістю. Коефіцієнт тертя поліаміду при зіткненні з металом досить низький, що забезпечує зносостійкість. Крім конструкційного

застосування, поліамід здійснив революцію у текстильній промисловості. З волокон виробляють пряжу, нитки та нейлонові тканини.

Згідно з даними [31], «обсяги утворення ТПВ продовжують зростати, незважаючи на скорочення населення країни протягом останніх 20 років. Основним способом поводження з ТПВ залишається їх вивезення та поховання на полігонах і сміттєзвалищах, що у 2011 році становило 92,4% від загальної маси відходів». У [31], передбачено «зменшення частки захоронення ТПВ з 95% до 30% та впровадження обліку відходів на всіх етапах: від виникнення до переробки, утилізації та захоронення».

В Україні на сміттєзвалищах і полігонах втрачається значна кількість цінних ресурсів, з яких 40% припадає на ТПВ, що через відсутність належної переробки (рециклінгу) призводить до щорічних втрат на суму близько 5 мільярдів гривень.

У даному розділі магістерської роботи розглядається окрема група ресурсоцінних компонентів ТПВ – відходи пластикових матеріалів (ВПМ), які утворюються у виробничій сфері та сфері обслуговування населення. В Україні лише 4-7% полімерів із ТПВ переробляється і використовується повторно, переважно це пакування (10-12%).

З огляду на зміни в сфері управління та поводження з ТПВ, які здебільшого викликані законодавчими реформами, а також на зростаючі екологічні наслідки забруднення довкілля ВПМ та іншими складовими потоку ТПВ, представляється доцільним дослідження ресурсний потенціал ВПМ у різних регіонах України як частину формування ефективної національної системи управління з відходами.

Структура ТПВ є ключовим фактором для розвитку системи управління та поводження з ними, оскільки саме їх склад визначає вимоги до їх збирання та утилізації. Значення цього показника суттєво зростає при виборі моделей переробки ТПВ. Однак в Україні до цього часу не проводилися систематичні дослідження складу ТПВ. Результати таких досліджень значно відрізняються. Наприклад, згідно [32], « до складу ТПВ входять 9-13% ВПМ тоді як інші дані

[21] «свідчать про вміст пластикових матеріалів у межах 8,7-16,6% (середнє значення – 12,9%) по п'яти містах України». Для порівняння, у розвинених країнах частка ВПМ у потоці ТПВ становить в середньому 11%.

За даними [33], «понад 27% ВПМ у складі ТПВ становлять пакувальні матеріали, а 42% використуваних ВПМ – це транспортне пакування». Дані, зібрані по окремих містах (2005-2010 рр.), показують, що пластикове пакування становить 6-10%. Враховуючи інформацію з джерел [33, 34], нами визначена структура полімерних відходів України за 2018-2019 рр. Основні компоненти ВПМ включають поліетилен (PE), поліетилентерефталат (PETE), полівінілхлорид (V), поліпропілен (PP) та полістирол (PS).

За даними Держстату України, у 2020 році було утворено 40,8 тис. т ВПМ, з яких 15,1 тис. т утилізовано, 0,3 тис. тон спалено. Загальні обсяги накопичених ВПМ у спеціальних місцях та об'єктах становлять 110,4 тис. т. Експорт відходів пластикових матеріалів склав 0,8 тис. тон, а їх імпорт – 1,2 тис. т. За даними [21], «у 2018 році переробкою ВПМ займалося 39 підприємств з виробничою потужністю 260 тис. тон при завантаженості 170 тис. тон (включно з 53,4 тис. т імпортих ВПМ); крім того, 19 підприємств з потужністю 77 тис. тон при завантаженості 50 тис. тон спеціалізуються на переробці пляшок з PETE». В Україні склалася ситуація, коли підприємства з переробки ВПМ недовантажені на 35%, в той час як значна частка ВПМ поховається на звалищах.

За даними [34], «у 2015-2019 роках імпорт ВПМ становив від 16,1 до 68,4 тис. т на рік, що оцінювалося в 7,6 млн. – 89,8 млн доларів США, тоді як експорт коливався в межах 0,5-1,0 тис. т з вартістю 0,3 млн – 1,4 млн доларів США»; «імпорт у порівнянні з 2008 роком збільшився в 15-25 разів, що підкреслює актуальність проблеми вилучення ВПМ з потоку ТПВ в регіонах України. Варто зазначити, що якість української ВПМ поступається зарубіжним аналогам» [35].

Розглянемо інформацію щодо роздільного збирання ТПВ у трьох областях Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП) на основі офіційних даних, опублікованих Міністерством розвитку громад та територій України. Дані щодо роздільного збору ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я у довоєнний період наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Роздільний збір ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я (протягом 2019-2021 рр.)

Область	Обсяги збору ТПВ, тис. т		Обсяги перевезення на пункти заготівлі вторсировини, тис. т		Частка відходів, що збираються роздільно, %	
	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік
Одеська	846,741	520,653	16,94	16,94	2,0	3,2
Миколаївська	219,751	276,426	37,35	41,84	17,0	15,1
Херсонська	177,316	196,436	0,003	0,048	0	0,02

Як видно із наведених даних, існують недоліки в системі збору інформації про управління та обробку ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я, що ускладнює їхній об'єктивний аналіз, зокрема через повторювані дані за різні роки. У Одеській області обсяги збору ТПВ зменшилися, тоді як у Миколаївській та Херсонській областях вони зросли. Загалом, обсяги відібраної вторинної сировини мали тенденцію до збільшення.

У таблиці 3.3 наведені дані щодо обсягів роздільний збору ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я за цей же період (2019-2021 рр.).

Принципова схема переробки ВПМ наведена на рис. 3.2.

Слід нагадати, що існують фізичні, хімічні та термічні основні способи переробки ВПМ.

Фізичні способи переробки – насамперед, це механічний рециклінг; цей метод є найпоширенішим. Спочатку пластикові ВПМ сортують за типом, ступенем забрудненості та станом матеріалу. Потім ВПМ проходить етап попереднього дроблення. Отриману масу знову сортують, миють та

Таблиця 3.3 – Обсяги роздільного збору ТПВ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я (протягом 2019-2021 рр.)

Область	Обсяги збору ТПВ, тис. т		Обсяги перевезення на пункти заготівлі вторсировини, тис. т		Частка відходів, що збираються роздільно, %	
Обсяги роздільно зібраних відходів						
	тис. м ³		у % від утворених ТПВ		Населені пункти, охоплені роздільним збиранням ТПВ	
	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік	2019 рік	2021 рік
Одеська	67,745	49,08	20,0	1,12	28	37
Миколаївська	217,02	232,36	17,1	16,2	20	23
Херсонська	3,5	н/д	0,5	н/д	26	н/д



Рисунок 3.2 – Принципова схема переробки відходів пластикових матеріалів

висушують. Після цього ВПМ розплавляють у термічних установках, щоб вийшов однорідний розплав. На цій стадії у використовуються дробарки та грануляційні установки, які відправляють розплавлений матеріал, з якого на виході виходять гранули, а вже з цих гранул роблять нові пляшки, контейнери та інші пластмасові вироби.

Хімічні засоби переробки. Цей вид переробки має переваги, порівняно з механічним. Механічна переробка більш дорога, оскільки потребує більш серйозного сортування відходів. Найчастіше хімічні методи використовують для переробки забрудненого матеріалу. У хімічному рециклінгу є два напрямки:

1) *P2P* (пластик-в-пластик); у цьому випадку ВПМ перетворюють на готову вторинну сировину (полімери), з якої вийде кінцевий продукт;

2) *P2F* (пластик-в-сировину); у цьому випадку ВПМ переробляють на нафтохімічні продукти (транспортне паливо, воски для свічок, синтетичну нафту тощо). Хімічний рециклінг також починається зі збирання та сортування ВПМ. Потім можуть бути використані декілька технологій:

– *Гідроліз та гліколіз*. При *гідролізі* ВПМ розщеплюють за допомогою високих температур та водно-кислотного розчину. На виході виходять гранули, які максимально очищені від токсичних речовин. Такий спосіб вимагає багато часу і є дорогим. *Гліколіз* є переробкою пластику за допомогою гліколю (органічних сполук з двома гідроксильними групами – OH) і температури вище 210-250 °C. Отриману сировину не можна використовувати для виробів, що використовуються у харчовій промисловості.

– *Сольволіз*. При цьому методі переробки використовують широкий діапазон розчинників, тисків, температур та каталізаторів (спирти та надкритична рідина). В результаті виходить відновлене волокно та ненасичені полієфірні смоли.

– *Метаноліз*. При цьому методі розщеплення ВПМ відбувається за допомогою метанолу. Процедура проводять під високим тиском у реакторі, де підтримується висока температура. Такий спосіб вибухонебезпечний, тому до нього вдаються в особливих випадках для одержання полієфірів.

– *Термокаталіз*. Цей спосіб перетворює ВПМ на рідке паливо. Спочатку відходи подрібнюють, потім нагрівають за температури вище 400 °C у присутності каталізатора. Отримана маса стає готовим котельним паливом. Ще з неї можуть отримати бензин, дизель чи мазут.

Термічні способи переробки. Термічні механізми розрізняються за реакційним середовищем: кисневі та інертні (без кисню). Буває кілька видів:

– *Піроліз*. Це один із найефективніших, але дорогих способів переробки пластику. Він має на увазі термічне розкладання відходів за відсутності кисню. При температурі до 600 °C виходять, переважно, рідкі продукти, а за вищої –

газоподібні. У твердому залишку утворюються технічний вуглець та сполуки металів. Піроліз дозволяє переробити змішані та забруднені відходи. При цьому способі руйнуються 99% шкідливих речовин, що входять до складу ВПМ. Це робить піроліз одним із найбільш екологічних варіантів переробки відходів. Але він потребує великої кількості енергії.

– *Газифікація*. При цьому методі відходи обробляють потоком плазми при температурі 1200 °С. Такий спосіб дозволяє уникнути утворення смоли і допомагає добитися руйнування токсичних речовин. Відходи перетворюються на попіл, який часто пресують у брикети та закладають у фундамент будівель. Ще при газифікації виходить синтетичний газ, який можна використовувати для вироблення теплової та електричної енергії. Головний плюс методу можна переробляти пластик без сортування між собою, тобто в одну піч потрапляють різні види пластикових виробів.

Радіаційний спосіб. При цьому експериментальному методі для деструкції ВПМ використовується високоенергетичне випромінювання. При цьому фізичні характеристики наповнювач не змінюються. Але таким методом можна переробляти лише тонкошарові види ВПМ.

Вченим вдалося вдосконалити існуючий у природі фермент, здатний розкласти деякі з найбільш поширених полімерів, що забруднюють довкілля. Наприклад, найбільш поширений пластиковий матеріал поліетилен, який використовується при виробництві пляшок, протягом сотень років залишається незмінним на звалищах. Він дуже повільно розпадається під впливом природних факторів. Модифікований фермент, який одержав позначення *PETase*, починає розкладати цей полімер протягом кількох днів. Він є продуктом життєдіяльності бактерії *Ideonella sakaiensis*, яка пожирає поліетилен як основне джерело енергії. Японські вчені повідомили у 2016 році, що вони виявили різновид цієї бактерії на заводі з переробки пластикових пляшок у портовому місті Сакаї. Фермент *PETase* випробовувався також на полімерах, заснованих на біоматеріалах рослинного походження, але теж дуже повільно розпадаються в природних умовах. Такий спосіб дозволяє

мінімізувати кількість ВПМ на звалищах та полігонах ТПВ, а також зменшити їх негативний вплив на природні складові, але це знешкодження ВПМ, що не відповідає принципам циркулярної економіки.

Вчені з Каліфорнійського університету (США) винайшли метод перетворення пластикових відходів на пористу форму деревного вугілля, який можна використовувати як добриво. Для такого роду добрива хіміки-науковці змішали пластикові відходи з відходами вирощування кукурудзи — соломою, порожніми качанами тощо, після чого за допомогою гідротермальної карбонізації перетворили отриману суміш на вугілля. Для експерименту вчені обрали два поширені види пластику: полістирол (найчастіше його використовують для виготовлення одноразового посуду) та поліетилентерефталат (застосовується у виробництві пластикових пляшок). Кожен їх роздільно змішали з кукурудзяними відходами і під високим тиском обробили водою при температурі 180°C. В результаті дослідники отримали високо-пористе деревне вугілля з колосальною площею поверхні - близько 400 м² на грам маси. Цю речовину можна додавати в ґрунт для кращого утримання вологи та аерації, а також використовувати як добрива для підвищення вмісту вуглецю в ґрунті.

4 ОЦІНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОТОКУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Поліфункціональна територія Одеської області, яка характеризується високим антропогенного навантаження, стикається з нагромадженням значних обсягів ВПМ різного походження (табл. 4.1).

4.1 Оцінка обсягів та вартості відходів пластикових матеріалів

Дані щодо ресурсоцінного потенціал потоку ТПВ наведені у в статті Т.А. Сафранова, В.Ю. Приходько, Д.Ю. Яновського [36], а також в монографії Приходько В.Ю., Сафранова Т.А. [37]. В даній роботі увага акцентується лише на ВПМ в потоці ТПВ Одеської області.

Варто зазначити, що накопичення ТПВ у природних складових довкілля, що відбувається з особливою інтенсивністю протягом останніх десятиліть, стало екологічною проблемою глобального, національного (державного), регіонального та локального масштабів. Це зумовлює негативний впливу на природні складові довкілля, наносить збиток економіці та погіршує умови мешкання населення. Нагадаємо, що на сьогоднішній день у весь світ утворюється величезна кількість ТПВ, загалом 11,2 мільярда тон, з яких ТПВ становлять 400 млн т (приблизно 57 кг на кожну людину). Україна, хоча і вважається країною з економікою, що розвивається, має високий рівень утворення відходів на душу населення, що складає 270 кг. Це свідчить про те, що проблеми ефективного управління та утилізації складових ТПВ залишаються актуальними для регіонів України.

Збільшення обсягів ТПВ є однією з складових посиленого антропогенного впливу на стан довкілля та погіршення екологічній безпеки різних регіонів України. Це також негативно впливає на екологічний стан

природних складових докiлля, що зумовлює необхідність створення ефективної системи управління та поводження з ТПВ в регіонах України.

З iншого боку, ТПВ мають значний потенцiал як джерело вторинних матерiальних ресурсiв (ВМР). Ураховуючи це, головною метою управління та поводження ТПВ стає підвищення ефективності системи збору та переробки їх корисних компонентiв, з урахуванням досвiду розвинених країн свiту.

Проблема створення ефективної системи поводження з ресурсоцiнними компонентами ТПВ в регіонах України стає все бiльш актуальною, оскiльки обсяги ТПВ постiйно зростають, а рiвень їх утилізації залишається на низькому рiвнi.

Основи джерела утворення та особливостi ВПМ на території Одеської області наведенi в табл. 4.1.

Побудова ефективної системи управління вiдходами повинна ґрунтуватися на принципах циркулярної економiки, розширеної вiдповiдальностi виробника (РВВ) та принципу «забруднювач платить». Закон

Варто нагадати, що ТПВ представляють собою сумiш гетерогенних неорганiчних i органiчних речовин, що вiдрiзняються за своїми розмiрами та хiмiчними та фiзичними властивостями. Як зазначено вище, в регіонах України, у бiльшостi випадкiв, управління та поводження з ТПВ обмежується їх збиранням та транспортуванням на полiгон або звалища. Однак утилізація цих вiдходiв без попереднього сортування практично неможлива, тому спочатку необхідно їх класифікувати за групами, а потiм обробляти кожну з них окремо.

Нацiональна стратегiю управління вiдходами в Україні [31] вiдповiдає вимогам ряду Європейських директив i включає в себе ряд заходiв щодо стандартiв виробництва, переробки вiдходiв та дизайну упаковки. Наприклад, до 2030 року планується переробляти 70% всiх упаковок та 55% ВПМ. картону. Очiкується зменшення обсягiв захоронення ТПВ до 30%, а загального обсягу похованих вiдходiв до 35% до 2030 року. Україна також планує впровадити мережу з 50 сучасних регiональних полiгонiв.

Таблиця 4.1 – Основні джерела утворення та особливості ВПМ на території Одеської області

Джерело утворення ВПМ	Особливості ВПМ
Житлово-комунальний комплекс	<p>1) поліетиленові пакети - найпоширеніші пластикові відходи, які складають велику частку ТПВ в містах і селищах</p> <p>2) ПЕТ-пляшки для води, напоїв, молочних продуктів;</p> <p>3) поліпропіленові упаковки для харчових продуктів, контейнерів, йогуртів, лотків та інших товарів;</p>
Промислові підприємства	<p>1) відходи технічних пластмас, що утворюються внаслідок діяльності промислових підприємств, включаючи поліетилен високої щільності, полівінілхлорид, поліпропілен та поліаміди;</p> <p>2) залишки полімерів від виробництва (листи та фрагменти пластику, обрізки, відходи полімерних смол, що залишаються після виготовлення товарів);</p> <p>3) відходи поліуретану, який використовуються для створення автомобільних деталей, виготовлення декоративних виробів, меблі, теплоізоляційних матеріалів, сидінь, обшивки тощо;</p>
Сільськогосподарські підприємства	<p>1) поліетиленова плівка (використовується для теплиць, пакування та зберігання сільськогосподарської продукції);</p> <p>2) сітки для обв'язування рослин (застосовуються для підтримки рослин та збору врожаю);</p> <p>3) контейнери для пестицидів та агрохімікатів (пластикові пляшки та контейнери для агрохімікатів, пестицидів тощо).</p>
Будівельні об'єкти	<p>1) пінопласт (використовується для утеплення будівель, але після демонтажу або ремонту залишається у великій кількості);</p> <p>2) полімерні труби та ізоляційні матеріали (використовуються в сантехніці, вентиляційних системах та електроізоляції);</p>
ВПМ пакування	<p>1) стрейч-плівка (використовується для палетування вантажів, що зберігаються чи транспортуються);</p> <p>2) полістиролові лотки (використовуються для пакування м'яса, риби, овочів та інших продуктів харчування).</p>

На сьогоднішній день в Україні існує понад 6 тисяч сміттєзвалищ та полігонів площею майже 9 тисяч гектарів. З них понад тисяча не відповідають нормам безпеки або перевантажені. Згідно [31], «сучасні методи управління та поводження з ТПВ в країні, як правило, ґрунтуються на розміщенні на полігонах (звалища), більшість з яких мають низький рівень технологічного обладнання та не відповідають сучасним вимогам. Тому створення ефективної системи управління та поводження з ТПВ за допомогою сучасних технологій та стратегічного планування, є першочерговим завданням вирішення цієї складної проблеми».

Одним з ключових аспектів управління та поводження з ТПВ є створення ефективної системи їх збору та сортування ще на стадії їх виробництва або споживання. Це дозволить ефективніше переробляти та використовувати ресурси, а також зменшує обсяги відходів, які потрапляють на полігони (сміттєзвалища).

Створення нових утилізаційних підприємств є важливим кроком у досягненні поставлених цілей. Ці підприємства можуть використовувати новітні технології для переробки окремих складових ТПВ у вторинні матеріальні або енергетичні ресурси, що сприятиме зменшенню антропогенного впливу на стан навколишнього природного середовища. Крім того, важливо розробляти та впроваджувати ефективні програми з управління та поводження з ТПВ на рівні місцевих громад, включаючи просвітницьку роботу широких верств населення та їх інформування про важливість виокремленого збирання та сортування побутового сміття з метою його подальшої утилізації. Також потрібно звернути увагу на аспекти екологічної безпеки при будівництві нових полігонів ТПВ, а також контролювати їхню безпечну діяльність, щоб запобігти забрудненню природних складових довкілля.

Система управління та поводження з ресурсоцінними компонентами твердих побутових відходів має базуватися на принципах циркулярної економіки, що передбачає ефективне використання ресурсів протягом

тривалого часу.

Варто нагадати, що згідно з Директивою 2008/98 ЄС у ієрархії управління відходами пріоритетними є запобігання утворенню відходів та підготовка до повторного використання, а далі - рециклінг або відновлення; поховання на полігонах (сміттєзвалищах) вважається найменш прийнятним варіантом, але у некоректних ситуаціях може бути вжите, а спалювання ТПВ розглядається можливим, але енергія, отримана від нього, повинна бути використана з користю (див. рис. 1.2).

Запобігання утворенню відходів означає розробку продуктів та послуг таким чином, щоб утворювалося якнайменше відходів, а повторне використання та рециклінг включають в себе повторне використання продуктів або переробку відходів у нові матеріали або продукти.

Як зазначено вище, у всьому світі місцеві уряди та екологічні організації акцентують увагу на мінімізації утворення та накопичення ТПВ та використанні їх в якості вторинної сировини.

На жаль, недосконаленість існуючої системи роздільного збирання компонентів ТПВ в регіонах України призводить до втрати великої кількості вторинних матеріальних ресурсів, придатних для утилізації. Крім того, існує значна кількість несанкціонованих (стихійних) звалищ ТПВ, які становлять серйозну загрозу стану довкілля.

Згідно даних А. Мартиненко [39], «рівень переробки ВПМ складає: 35%, що нижче рівня їх переробки у багатьох країн ЄС».

Аспекти поводження з ВПМ у потоці ТПВ регіонів України розглядаються у багатьох джерелах інформації [40-49 та ін.], але вони практично не торкаються ресурсної цінності цих відходів.

Нагадуємо, що інформація щодо вмісту ресурсоцінних компонентів (у т.ч. ВПМ) у потоках ТПВ окремих міст України були наведені у розділі 2 (див. табл. 2.1).

Для Одеської області вихідними даними дослідження є інформація щодо обсягів утворення ТПВ та ресурсоцінних компонентів в їх потоці у

межах окремих кластерів на території Одеської області за даними [48].

Згідно цього джерела інформації, «протягом року на території Одеської області утворюється 724467,05 т ТПВ, які нерівномірно розподілені по окреслених кластерах поводження з ТПВ: *I кластер* (північні райони області); *II кластер* (північно-східні райони області) – 57484,87 т; *III кластер* (райони, що прилегли до Одеської промислово-міської агломерації) – 473885,38 т; *IV кластер* (західні райони області) – 69771,17 т; *V кластер* (південно-західні райони області) – 70312,46 т (рис. 4.1)».

Як бачимо, з наведених даних, «основна частка утворення ТПВ припадає на III кластер, який охоплює територію Одеської промислово-міської агломерації та прилегли райони».

Інформація щодо обсягів утворення ресурсоцінних компонентів ТПВ Одеської області наведена у табл. 4.2.

Першим кроком підготовки до повторного використання ресурсоцінних компонентів ТПВ є сортування, коли сировина вилучається в гідно до потребам ринку.

Дані щодо обсягів утворення ВПМ у потоці твердих побутових відходів Одеської області, наведені в табл. 4.2.

Система збору ТПВ ґрунтуються на аналізі ситуації в Одеській області. У [48] передбачено наступну технологічну схему збору: «1) зелений контейнер для скла; 2) жовтий контейнер для сортування «сухої» вторинної сировини; 3) сірий контейнер для залишкових (змішаних) відходів».

Враховуючи, що харчові відходи є основним компонентом ТПВ, важливо враховувати, що під час їх розкладання вони утворюють вологу та гниючу масу, що негативно впливає на інші ресурсоцінні компоненти ТПВ. Однак, якщо мешканці розділять відходи безпосередньо в своїх квартирах або будинках, можна відокремити близько 70% чистих ресурсоцінних матеріалів.

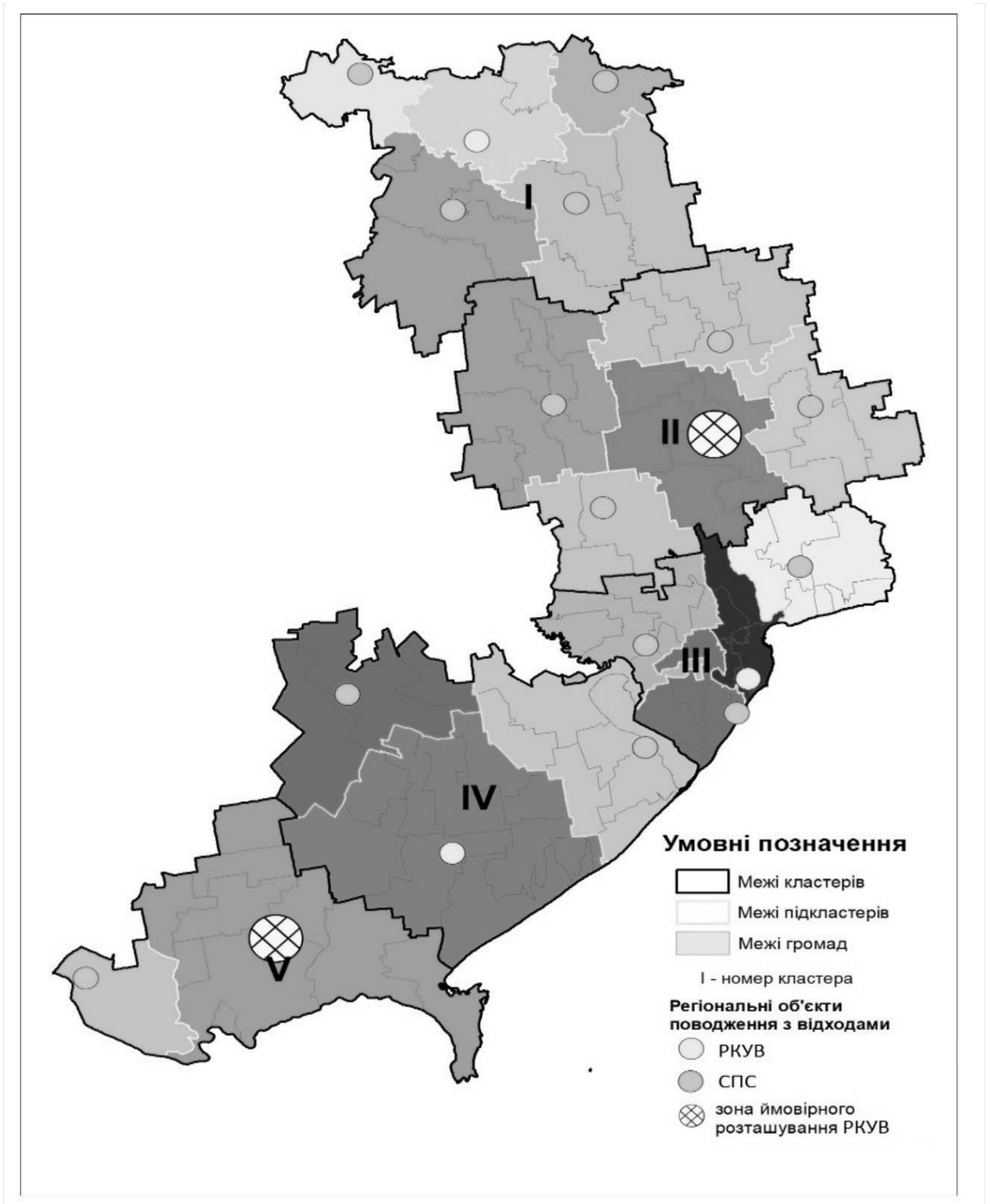


Рисунок 4.1 – Кластери управління та поводження з твердими побутовими відходами на території Одеської [48]

Таблиця 4.2 – Обсяги утворення відходів пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів Одеської області, т/рік [48]

Клас-тер	Відходи пластикових матеріалів			
	«Всього»	«РЕТЕ(тара для напоїв)»	«LDPE (плівка, пакети)»	«Інші види (PEHD, PVC, PS)»
I	6498,89	2277,76	2341,80	1879,33
II	5507,01	1924,12	2020,06	1562,85
III	60356,33	18509,17	22572,27	19301,65
IV	2562,45	2562,45	2682,48	2085,94
V	8367,25	2937,77	2984,31	230822,10
Всього	83291,93	28211,27	32600,9247	24911,87

Для забезпечення високої якості ресурсоцінних компонентів ТПВ, виокремлення органічної складової має відбуватися найбільш ефективно та доцільно після її утворення. Існують декілька можливих методів досягнення цієї мети:

1) виокремлення органіки, що легко розкладається, від основного потоку в момент утворення шляхом подрібнення її в діспоузері та подальшої переадресації в систему каналізації. Однак цей метод не сприяє використанню потенціалу харчових відходів, а лише збільшує навантаження на міські очисні споруди.

2) вилучення органічної складової шляхом компостування, зброджування або вермікультивування на місці утворення. Цей варіант має обмежений обсяг застосування та локальну ефективність.

3) виділення органічної фракції із загального потоку ТПВ через організацію «роздільного збирання» за місцем утворення та її переадресацію на підприємства з промислового виробництва біоорганічної продукції. Цей метод дозволяє максимально використати ресурсний потенціал харчових відходів.

Після проведення процедури виокремлення органічної фракції, яка

швидко розкладається, залишається потік відходів, який представляє собою стабілізовану суміш потенційних вторинних матеріальних ресурсів. Кондиційність цієї суміші може бути збережена до моменту сортування на сміттесортувальному підприємстві та подальшої утилізації.

Збір ТПВ також передбачає використання двох типів контейнерів: 1) для «сухого» (суміш стабілізованих потенційних вторинних ресурсів); 2) для «мокрого» (органічна фракція) потоків;

Також можлива установка третього контейнера для суміші небезпечних відходів. Перед налагодженням такої системи збирання небезпечних відходів важливо здійснювати їх вилучення.

Підрахована вартість окремих видів вторинної сировини, які можна вилучити з потоку ТПВ Одеської області, наведена в таблиці 4.3.

Наведені розрахунки вартості відходів пластикових матеріалів ґрунтуються на існуючих ринкових цінах.

Таким чином, щороку з окремих компонентів загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину (ВПМ) на суму 0,782 млн грн.

Виокремлення і використання ресурсоцінних компонентів, зокрема ВПМ, з загального потоку ТПВ буде сприяти зменшенню техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшенню екологічної ситуації на території Одеської області.

Таким чином, на підставі аналізу сучасного стану системи управління та поводження з ТПВ в Одеській області, а також оцінці ресурсної цінності ТПВ на території цієї області. щороку з загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину у вигляді ВПМ на суму майже 0,8 млн грн.

У разі створення ефективної системи поводження з ВПМ цей показник може бути істотно збільшений. Одночасно з цим відбудеться зменшення техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшення екологічної ситуації в районах Одеського регіону.

Таблиця 4.3 – Орієнтовна вартість окремих видів відходів пластикових матеріалів з потоку ТПВ Одеської області

РЕТЕ (тара для напоїв)		РЕТЕ (плівка, пакети)		Інші види ВПМ (PEHD, PVC, PS)	
Кластер	Вартість	Кластер	Вартість	Кластер	Вартість
I	14805,44	I	46836,00	I	939,67
II	12506,78	II	40401,20	II	781,43
III	120309,60	III	451445,4	III	9650,83
IV	16655,93	IV	53649,60	IV	1042,97
V	19095,51	V	59686,20	V	115411,10
Всього	183373,26	Всього	653818,40	Всього	127826,00

Створення ефективної системи управління та поводження з ТПВ на регіональному рівні можливо при організації виокремлення харчових та інших органічних відходів на початковій стадії життєвого циклу ТПВ, що дозволить більш ефективно утилізувати інші ресурсоцінні компоненти ТПВ, зокрема ВПМ. Окрім того, це дозволить збільшити вартість ресурсоцінних компонентів ТПВ.

4.2 Можливості поводження з відходами пластикових матеріалів

Варто зазначити, що у сфері збирання відходів пластикових матеріалів на території Одеської області зайняти майже 20 компаній. Крім того, відсортовані відходи пластикових матеріалів можна здавати у чисельні міські пункти прийому вторинної сировини, а також у фандомати для роздільного збору сміття у мережі окремих магазинів.

Наприклад, у компанії «Plastiker» (м. Одеса) істотну частку (69%) від загальної вторинної сировини припадає на ВПМ: поліетилен високої щільності (стрейч плівка) – 28%; поліетилен високої щільності (плівка первинна) – 16%; поліетилен високої щільності (плівка вторинна) – 11%;

поліетилен високої щільності (плівка кольорова або з флексодруком) – 5%; поліпропілен – 5%; поліетилен низької щільності (прозорий) – 3%; поліетилен низької щільності (кольоровий) – 1%. Окрім компанії «Plastiker» у збиранні ВПМ, що утворюється у сфері виробництва та споживання задіяні інші компанії Одеської області. Варто зазначити, що джерелами ВПМ для цих компаній є промислові підприємства, а тому розраховані обсяги утворення ВПМ (див. підрозділ 4.1) та їх вартість на території Одеської області можуть бути істотно збільшені.

Компанія «Еко Грін» (м. Одеса) набуває спресовані або неспресовані ПЕТЕ-пляшки та використану упаковку від шампуні у фізичних та юридичних осіб які бу зібрані на спеціалізованих пунктах збирання або контейнерах призначених для ВПМ. Компанія приймає ці види ВПМ, потім здійснює процеси сортування та дроблення до фракцій розміром 8-12 мм, після чого ВПМ надходять у флотаційні ванні, а далі після сушіння пакуються в тюки вагою в одну тону. Щомісяця переробляється близько 9 млн , а щороку на ремонт, у середньому по році ми обробляємо близько 100 млн пляшок. Одержаний продукт (ПЕТЕ-флекс) реалізується підприємствам, які виробляють: 1) ПЕТЕ-гранули, з яких видуваються нові пляшки; 2) ПЕТЕ-волокно для виробництва синтепону; 3) ПЕТЕ-плівку для пакування харчових продуктів; 4) ПЕТЕ-стаканчики та форми для кулінарії.

Компанія «УтильВторПром» (м. Одеса) здійснює свою діяльність з переробки та утилізації відходів в наступних населених пунктах: Одеса і Одеської області (Одеса, Арциз, Ананьєв, Балта, Білгород-Дністровський, Бе Біляївка, Болград, Вилкове, Іллічівськ, Ізмаїл, Кілія, Котовськ, Кодима, Рені , Роздільна, Теплодар, Южний).

Науково-виробнича компанія «УКРЕКОПРОМ» (м. Одеса) з 2015 року надає широкий комплекс у сфері поводження з відходами та екологічного обслуговування підприємств на території Одеської області та інших областей України, зокрема у сфері переробки окремих видів ВПМ.

На підприємстві переробці підлягає пластикова тара із поліетилену високої щільності, поліетилентерфталату та поліамідів (пластикових матеріалів, які базуються на високомолекулярних синтетичних судинах; до них відносяться нейлон, капрон, капролон, які характеризуються міцністю, зносостійкістю та еластичністю), що забруднені агрохімікатами і пестицидами або частинками ґрунтів. Тара розміром не більш ніж 400 мм х 650 мм. ВПМ приймаються на переробку з урахуванням можливості вивантаження з автомобілів висотою до 4,05 м з ємністю кузова 86-100 м³ вручну або за допомогою вилкового навантажувача.

Після вивантаження в місце тимчасового зберігання ВПМ, вони сортируються за кольором та виокремлюються поліаміди.

Після сортування ВПМ подаються в зону злива залишків агрохімікатів та пестицидів, де ці залишки зливаються в ємності, після зливу ВПМ передаються до місця завантаження на лінію переробки відходів пластикових матеріалів, а злиті агрохімікати та пестициди подаються на термічне знищення на утилізаторі.

ВПМ подаються на лінію переробки за допомогою стрічкового конвеєра на дробарку, де проходить дроблення відходів пластику до розмірів фракції 30-40 мм, після цього за допомогою вентилятору дроблений ВПМ попадає в ванну флотації, де проходить відмивання від забруднюючих речовин.

ВПМ, які мають меншу щільність поступають через шнековий транспортер в ванну гарячої мийки, а відходи які мають високу щільність осідають в ванні флотації. У ванні гарячої мийки відходи пластику проходять відмивання в миючому розчині за температурою 45-60°C, де остаточно вимиваються забруднюючі речовини, залишки клеїв тощо. Після ванни гарячої мийки пластик поступає через фракційну мийку в сушильний апарат, де за допомогою семи центрифуг виокремлюються залишки води та висушується.

Після сушильного апарату подрібнені відходи пластику з етикеткою, папером та іншими легкими фракціями пластику проходять через систему рукавних фільтруючих елементів, де відокремлюється етикетка, інші тверді частинки та готова «чипса», яка через циклон подається в тару готової продукції.

Відходи пластикових матеріалів, що виокремлюються на лінії переробки збираються та передаються на термічне знищення на утилізаторі

Лінія переробки має замкнутий робочий контур води для промивання відходів пластикових матеріалів, в якому задіяні ємності загальною ємністю 60 м³, система підготовки води та систему фільтрації забрудненої води, яка поступає з вузлів та агрегатів лінії переробки; всі відходи які утворюються в процесі фільтрації та експлуатації лінії переробки подаються на термічне знищення на термічному утилізаторі

Всі інші види ВМП, у тому числі поліаміди, забруднені нафтопродуктами, розчинниками, кислотами, фарбами та іншими речовинами (окрім агрохімікатів та пестицидів) спалюється в утилізаторі термічному утилізаторі типу

У збиранні відходів пластикових матеріалів також задіяні й громадські організації. Як приклад можна навести проєкт, реалізований громадською організацією «Місто майбутнього» у співпраці з Одеським державним екологічним університетом. На підставі аналізу ринку вторинної сировини (ВПС) виявлено, що більшість відсортованих відходів потрапляє на ТОВ «Вторма», а найбільш рентабельним видом ВПС – кришки з поліетилену високої щільності (HDPE). З урахуванням спрямованості проєкту на потреби Збройних сил України вартість відсортованих кришок з поліетилену високої щільності (HDPE) була підвищена до 14 грн/кг (замість звичайної вартості – 11 грн/кг). Варто зазначити, кришки із HDPE чорного кольору оцінювалися в 5 грн/кг.

Недоліки та переваги реалізації окремих видів ВПС, що приймаються на ТОВ «Вторма», а також переваги і недоліки їх збирання наведені у таблиці

4.4.

Таблиця 4.4 – Недоліки та переваги збирання окремих видів відходів пластикових матеріалів

Вид ВПМ	Ціна грн/кг	Основні переваги для збору	Основні недоліки для збору
Пляшка PE +PETE	6	Значна кількість використаних пляшок у побуті; легкість миття даного типу відходів перед здачею	Потребує багато місяця у пунктах збору та зменшення об'єму пляшки перед здачею шляхом спресовування, культура якого відсутня
Кришки HDPE (загальний потік)	5	Значна кількість використаних пляшок у побуті; легкість у сортуванні; відносно чистий потік відходів	Мала вага однієї кришечки; необхідність масштабного збору; логістичні витрати
Кришки HDPE (відсортований потік)	14	Висока вартість; наявність покупця даного ресурсу в Україні; значна кількість використаних кришечок у побуті; легкість у сортуванні; відносно чистий потік відходів	Мала вага однієї кришечки; необхідність масштабного збору; логістичні витрати; необхідність організації сортування кришечок за кольорами

Усі кришечки із HDPE були доставлені в Одесу за допомогою компанії «Нова пошта», яка забезпечила безкоштовне транспортування. Крім роботи стаціонарних пунктів, мешканці окремих міст України мали можливість безкоштовно надіслати кришечки новою поштою (посилки від 5 кг), що дозволило залучити понад 40 нових населених пунктів до збору ВПМ.

Для збір було обрано відсортовані за кольорами кришечки HDPE. Для підвищення вартості ВПМ було важливо сортувати кришечки за кольорами, деталі цього процесу наведені у таблиці 4.5.

Сортування ВПМ здійснювалося у приміщеннях, наданих партнерами: Одеським державним екологічним університетом, де зберігалася більшість кришечок, та громадською організацією «Спільна мета», що надала офіс для сортування.

Таблиця 4.5 – Класифікація відходів пластику типу HDPE за кольором [49]

Група пластику	Кольори, які входять до даної групи	Частка від загальної кількості
Група 1	Білий, прозорий	12%
Група 2	Червоний, рожевий	8%
Група 3	Синій, голубий, фіолетовий	35%
Група 4	Зелений, темно-коричневий, салатний	28%
Група 5	Жовтий, помаранчевий	7%
Група 6	Чорний	7%
Група 7	Інші	3%

Отже, в Одеській області створена система збирання ВПМ, які можуть бути перероблені на існуючих підприємствах на території Одеської області та інших регіонів України.

Можливості переробки відходів пластикових матеріалів мають також інші підприємства на території Одеської області.

Таким чином, на території Одеської області існує декілька компаній та ініціативних груп, які зайняті у сфері поводження з ВПМ. В Одесі та інших містах області впроваджується роздільний збір ТПВ, встановлюються контейнери для ВПМ. Проте системи управління та поводження з ВПМ недостатньо ефективна внаслідок таких факторів:

- 1) у багатьох населених пунктах відсутні пункти прийому вторинної сировини або спеціалізовані контейнери для роздільного збору ВПМ;
- 2) існуючі підприємства з переробки ВПМ не здатні впоратися з великим обсягом цих відходів, що накопичуються на території області;
- 3) багато громадян не дотримуються практик роздільного збору ТБО, що ускладнює сортування та переробку ВПМ;

Таким чином, у разі удосконалення існуючої системи збирання та переробки ВПМ, що утворюються та накопичуються на території Одеської області, істотна їх частка може бути утилізована на підприємствах Одеської області, що буде сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на складові довкілля, а також сприятиме поліпшенню рівня екологічної безпеки і умов існування населення.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень, можна зробити такі основні висновки:

1. Система управління та поводження з твердими побутовими відходами в Одеській області та інших регіонах повинна побудовано на принципах циркулярної економіки і Директиві ЄС 2008/98, які передбачають таку ієрархію: запобігання утворенню відходів → підготовка до повторного використання → рециклінг; → інші операції з відновлення (у т. ч. відновлення з одержанням енергії → видалення.

2. До основних способів поводження з твердими побутовими відходами в регіонах України поки що відносяться переважно поховання на полігонах або звалищах (93% від загального річного обсягу відходів), в той час, як на інші форми поводження припадає невелика частка (7%) .

3. Аналіз особливостей системи поводження з окремими ресурсоцінними компонентами у потоках твердих побутових відходів в регіонах України, а саме з відходами пластикових матеріалів не відповідає принципам циркулярної економіки та Директиві ЄС 2008/98.

4. На підставі аналізу сучасного стану системи управління та поводження з твердими побутовими відходами, а також ресурсної цінності відходів пластикових матеріалів, на території Одеської області щороку з ТПВ можна отримати вторинну сировину на суму майже 0,8 млн гривень.

5. У разі розробки та впровадження ефективної системи поводження з відходами пластикових матеріалів цей показник може бути істотно збільшений. Одночасно з цим відбудеться зменшення техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшення екологічної ситуації на території районів Одеської області .

6. Відокремлення і використання відходів пластикових матеріалів з загального потоку ТПВ на території Одеської області буде сприяти мінімізації

техногенного впливу на природні складові довкілля і поліпшенню екологічних умов на території дослідження.

7. У разі удосконалення існуючої системи збирання та переробки ВМП, що утворюються на території Одеської області, істотна їх частка може бути перероблена в Одеській області.

8. Продовження оцінки стану системи управління та поводження з відходами пластикових матеріалів, на території Одеської області є перспективним напрямом подальших досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Waste: investing in energy and resource efficiency. Ed. P. Modak// Unated Nation: United Nations Environment Programme. 2011. 327 p. URL: http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_8_Waste.pdf. (дата звернення: 20.08.2024).
2. Супруненко О. Смітєва ера: від світанку до заходу сонця. *Дзеркало тижня*. 2001. № 34.
3. World economic outlook: hopes, realities, risks / Ed. O. Blanchard // Washington, DC: International Monetary Fund. 2013. April. 204 p.
4. Zelena Khvylya. Solid household wastes treatment: results of year 2011 and forecasts on year 2011. 2102. URL: <http://ecoclubua.com/2012/01/povodzhennyaz-tverdymu-robutovymu-vidhodamy/> (дата звернення: 20.08.2024).
5. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації. СайтМега-Нау: професійна юридична система. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.6077.0/> (дата звернення: 11.08.2024).
6. Про відходи. Закон України від 05.03.1998 № 187/ 98-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 36 - 37. Ст.242.
7. Unated Nations Organisation Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods (1997). United Nations publication: New York, Series F. № 67. 96 p.
8. For Municipal Solid Waste Management In The Mediterranean Region. UNDP Bureau for Arab States. May. 2003. URL: <http://www.medcities.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
9. Guidelines For Municipal Solid Waste Management In The Mediterranean Region Municipal Solid Waste. URL: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/> (дата звернення: 20.08.2024).
10. Nag A., Vizayakumar K. Environmental Education and Solid Waste Management. New Age International (P) Limited, Publishers, New Delhi, India. 2005.

11. Гаркушенко О.Н. Правовое обеспечение регулирования сферы обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Украине. *Економіка та держава*. 2014. № 8. С. 37-41.
12. Mischenko V.S., Vyhovs'ka G.P. Organizational and economic mechanism of wastes treatment in Ukraine and ways of it improvement. Kyiv: Naukova dumka, 2009. 211 p.
13. Ministry of economics and on European integration questions. The Decree "On approval the order of gathering, sorting, transportation, recycling and disposal of used packing". *Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny*. 2001. Vol. 41. P. 297.
14. Cabinet of Ministries of Ukraine. Resolution of the Cabinet of Ministries of Ukraine "On implementaion of wastes' gathering, sorting and recycling as a secondary raw materials". *Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny*. 2001. Vol. 31. P.140.
15. Mischenko V. World of wastes and Ukraine in it. *Zerkalo nedeli*. 2012. Vol. 25. P. 2.
17. Михайленко В.П., Алексеев І.Л., Денафас Г., Шмарин С.Л., Лучко І.А. Особливості утворення твердих побутових відходів в Україні. URL: <http://waste.ua/eco/2012/municipal-waste/ukraine/> (дата звернення: 11.08.2024).
18. Шушляков О.В., Шушляков Д.О., Проскурня М.І. Утилізація відходів як фактор підвищення екологічної ефективності і безпеки життєдіяльності населення. *Світ довкілля*. 2011. № 19. С. 11–13.
19. Jensen J.K. Pesticide Waste Management Technology and Regulations. ACS Symposium Series 510. American Chemical Society, Washington, DC, 1992. P. 20–28.
20. Результати дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів Львова. URL: <https://zerowastelviv.org.ua/rezultaty-doslidzhennya-mrfologichnogo-skladu-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv-u-osbb-lvova/> (дата звернення: 11.08.2024).
21. Семко П.П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з ТПВ в Україні та напрями покращення

ситуації. URL: <https://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf> (дата звернення: 11.08.2024).

22. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України: монографія. Дніпро: Видавець Біла К.О., 2018. 100 с.

23. Charles Moore. Plastic Pollution. URL: <https://www.britannica.com/contributor/Charles-Moore/7716788> (дата звернення: 20.09. 2024).

24. Ehsan Naderi Kalali, Saeid Lotfian, Marjan Entezar et al. A critical review of the current progress of plastic waste recycling technology in structural materials. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2023. № 40:100763. P. 1-7.

25. Laura Parker. The world's plastic pollution crisis, explained. 2023. URL: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution> (дата звернення: 20.09. 2024).

26. Louse Smith. Plastic Waste. 2022. URL: <https://commonslibrary.parliament.uk/research-briefings/cbp-8515/> (дата звернення: 20.09.2024).

27. Niyitanga Evode et al. Plastic waste and its management strategies for environmental. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266601642100064/> (дата звернення: 20.09.2024).

28. Plastic Waste. URL: <https://www.undrr.org/understanding-disaster-risk/terminology/hips/tl0039> (дата звернення: 20.09.2024).

29. Plastic waste worldwide - statistics & facts. URL: <https://www.statista.com/topics/5401/global-plastic-waste/> (дата звернення: 20.09.2024).

30. Victoria Kwakwa, Alfonso Garcia Mora. Plastic waste is a growing menace, and a wasted opportunity. 2021. URL: <https://blogs.worldbank.org/en/eastasiapacific/plastic-waste-growing-menace-and-wasted-opportunity/> (дата звернення: 20.09.2024).

31. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 25.09.2024).
32. Шосте національне повідомлення України з питань зміни клімату. URL: <https://uabio.org/wpcontent/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> (дата звернення: 25.04.2023).
33. Лаптева Ю. Ринок вторинного поліетилену в Україні. Презентації доповідей Waste Management. 2019. URL: <https://drive.google.com/file/d/1zE7Y9FwTJHqnusr142cDWpco3awMjab/view?usp=sharing> (дата звернення 20.10.2024).
34. Аналіз ринку полімерів ПЕ України. 2018. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analizrynka-polimerov-pe-ukrainy-2018-god> (дата звернення: 25.08.2024).
35. Про управління відходами: проєкт Закону України 2207-1 від 16.10.2019. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67094 (дата звернення 28.10.2024).
36. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Яновський Д.Ю. Ресурсоцінний потенціал потоку твердих побутових відходів Одеської області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №32. С. 144-155.
37. Приходько В.Ю., Сафранов Т.А. Ресурсоцінна складова твердих побутових відходів окремих регіонів України: монографія. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2024. 101 с. ISBN 978-966-186-290-5. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13062/>
38. Закон України «Про управління відходи» від 20.06.2022 N 2320-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 25.09.2024).
39. Мартиненко А. Ієрархія поводження з відходами. Презентації доповідей Waste Management. 2019. URL: https://drive.google.com/file/d/1yfHOetdNuj9a62SkQi1dvOn_4qH2VEnx/view?usp=sharing (дата звернення 20.10.2024).

40. Сталінська І.В., Хандогіна О.В. Поводження з побутовими відходами: конспект лекцій. Харків: ХНУМГ імені О.М. Бекетова, 2019. 84 с.
41. Довга Т.М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні. *Ефективна економіка*. 2012. № 10. С. 21-31.
42. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів, затверджені наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 176 від 07.06.2010.
43. ДСТУ-НБ Б.2.2-7:2013 Настанова з улаштування контейнерних майданчиків. Чинний від 2014-04-01. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2014. 7 с.
44. Методика роздільного збирання побутових відходів, затверджена наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 01.08.2011 № 133.
45. СОУ ЖКГ 03.09-17:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення відходів пластмас, паперу та картону, що є у складі твердих побутових відходів». Київ: Мінжитлокомунгосп України, 2010. 25 с.
46. ДСТУ 3911-99 Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги [Чинний від 2000-02-03]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України. 2000. 18 с.
47. Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів: Постанова КМУ від 31.08.1998 № 1360. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360-98-%D0%BF> (дата звернення: 30.09.2024).
48. Регіональний план управління відходами в Одеській області до 2030 року. URL: <https://ecology.od.gov.ua/regionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-v-odeskij-oblasti-do-2030-roku/> (дата звернення 21.10.2024).
49. Mykhailenko V., Shelinhovskyi D., Safranov T. Management efficiency for certain types of plastic waste. *Environmental Problems*. 2023. Vol. 8(4). P. 225-230.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

1. Горковенко М.О., Сафранов Т.А. Оцінка ресурсної цінності відходів пластикових матеріалів на території Одеської області. *Збірка матеріалів Міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки»* (Харків, ХНАДУ, 24 жовтня 2024 р.). С. 34-37.