

УДК 504.062

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2025-1.05>

Тамерлан САФРАНОВ

доктор геолого-мінералогічних наук, професор, професор кафедри екології та охорони довкілля, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

safranov@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0928-5121

Віталій ДАНКЕВИЧ

директор, компанія «УкрЕкоПром»

vit_dn@ueco.com.ua

Тимур ПОЛУШКІН

директор, компанія «Еко Грін»

polushkin.timur@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. Метою статті є аналіз сучасного стану та перспективи управління та поводження з відходами пластикових матеріалів на території Одеської області. **Методологія** дослідження ґрунтується на критичному аналізі існуючої інформації щодо сучасного стану системи управління та поводження з відходами пластикових матеріалів у потоці твердих побутових відходів регіонів України (на прикладі Одеської області). При виконанні роботи були використані опубліковані дані вітчизняних і зарубіжних авторів, а також матеріали власних досліджень, присвячених оцінці ресурсного потенціалу потоку твердих побутових відходів Одеської області. **Наукова новизна** полягає в тому, що вперше надана оцінка обсягів утворення та накопичення відходів пластикових матеріалів на території окремих кластерів Одеської області, а також дана їх вартісна оцінка. **Висновки.** 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. Зазнано, що з загального потоку твердих побутових відходів Одеської області щороку можна отримати відходи пластикових матеріалів на суму майже 0,8 млн гривень істотно збільшена. У разі удосконалення існуючої системи управління та поводження, з урахуванням відходів пластикових матеріалів, що утворюються на промислових, сільськогосподарських та будівельних об'єктах, кількість і вартість цієї вторинної сировини може бути цей показник може бути істотно збільшений. Одночасно з цим відбудеться зменшення техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшення екологічної ситуації на території Одеської області.

Ключові слова: відходи пластику, поводження з відходами, вторинні ресурси.

Tamerlan SAFRANOV

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor at the Department of Environmental Science and Environmental Protection, Odesa I.I. Mechnikov National University

safranov@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0928-5121

Vitaly DANKEVICH

Director of the company "UkrEcoProm"

vit_dn@ueco.com.ua

Timur POLUSHKIN

Director of the company "Eco-Green"

polushkin.timur@gmail.com

FEATURES OF THE MANAGEMENT AND TREATMENT OF WASTE PLASTIC MATERIALS IN THE ODESA REGION

Abstract. *The purpose of the article is to analyze the current state and prospects of management and handling of waste plastic materials in the Odesa region. The research methodology is based on a critical analysis of existing information regarding the current state of the system of management and handling of waste plastic materials in the stream of solid household waste in the regions of Ukraine (on the example of the Odesa region). When performing the work, published data of domestic and foreign authors, as well as materials of own research, devoted to the assessment of the resource potential of the flow of solid household waste in the Odesa region, were used. The scientific novelty lies in the fact that for the first time an assessment of the volume of formation and accumulation of waste plastic materials on the territory of individual clusters of the Odesa region was provided, as well as their value assessment. Conclusions. The current state of the management and handling of solid household waste in the Odesa region is analyzed, as well as an assessment of the resource value of waste plastic materials in the territory of this region. It is noted that from the total flow of solid household waste in the Odesa region, it is possible to obtain waste plastic materials in the amount of almost 0.8 million hryvnias every year significantly increased. If the existing management and handling system is improved, taking into account the waste of plastic materials generated at industrial, agricultural and construction sites, the amount and value of this secondary raw material can be significantly increased. At the same time, there will be a reduction of man-made load on the natural components of the environment and an improvement of the ecological situation in the territory of the Odesa region.*

Key words: plastic waste, waste management, secondary resources.

Постановка проблеми. 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. Обсяги утворення та накопичення ТПВ продовжують зростати, незважаючи на скорочення населення країни протягом останніх 20 років. Основним способом поводження з ТПВ залишається їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалищах, що, наприклад, у 2011 році становило 92,4% від загальної маси, що зумовлює необхідність зменшення частки захоронення ТПВ з 95% до 30%, а також впровадження обліку відходів на всіх етапах: від виникнення до переробки, утилізації та захоронення [4]. Збільшення обсягів накопичення ТПВ негативно впливає на природні компоненти довкілля, зокрема на геологічне середовище, ґрунтовий покрив, поверхневі водні об'єкти, повітряний басейн та біоту. З іншого боку, ТПВ мають значний потенціал як джерело вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів. Досвід розвинених країн світу показує, що при належному сортуванні ТПВ можна отримати до 20% вторинних матеріальних ресурсів, придатних для промислової переробки, а також до 35% органічних відходів, які можна переробити в компост. Проблема утилізації ресурсоцінних компонентів ТПВ в Україні стає все більш актуальною, оскільки обсяги ТПВ постійно зростають, а рівень їх утилізації залишається на низькому рівні. Тому розробка та

впровадження ефективної системи управління та поводження з ресурсоцінними компонентами ТПВ є ключовою основою для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку регіонів України.

Аналіз джерел та останніх досліджень. Питання управління та поводження ресурсоцінними компонентами ТПВ розкрито у роботах багатьох зарубіжних та вітчизняних науковців: Дж. К. Дженсен (1992); А. Наг, К. Візаякумар (2005); П. Модак (2011); З. Хвилі (2012); Кваква, А.Г. Мора (2021); Л. Сміт (2022); Н. Калалі, С. Лотфіан, М. Ентезар та ін. (2023); Л. Паркер (2023); Н. Еводе та ін. (2023); О. Супруненко (2001); Т.М. Довга (2012); Ю. Лаптева (2019); В.С. Міщенко, Г.Р. Виговська (2009); В.С. Міщенко (2012); О.Н. Гаркушенко (2014); П.П. Семко (2021); Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Д.Ю. Яновський (2023); Сафранов Т.А., В.Ю. Приходько, В.І. Михайленко (2023); В.Ю. Приходько, Т.А. Сафранов (2024). Особливості управління та поводження з відходами пластикових матеріалів Одеської області проаналізовані в магістерській роботі М.О. Горковенко (ОНУ імені І.І. Мечникова, 2024 р. – керівник проф. Т.А. Сафранов).

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану та перспективи управління та поводження з ресурсоцінних компонентів ТПВ, зокрема відходами пластикових матеріалів (ВПМ), на території Одеської області.

Виклад основного матеріалу. Варто зазначити, що виробництво одноразових упаковок є значним джерелом забруднення довкілля

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 застосовуються пластикові матеріали, починаючи від покриття насіння до використання мульчувальної плівки. Близько 60% пластикових матеріалів використовується у виробництві одягу. Значними споживачами пластикових матеріалів 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.

Основними сферами споживання пластикових матеріалів в Україні є: будівництво (27%); тара і упаковка (27%); автомобілебудування (8%); виробництво меблів (8%); електричне і електронне обладнання (7%); товари широкого вжитку (4%); аграрна промисловість (2%) та інші галузі економіки (17%).

Найбільш поширені ВПМ у складі упаковки продуктів громадського харчування, одноразової тари, сантехніки, корпусів електроніки та побутової техніки, канцелярських приладдя. Величезна частина ВПМ утворюються на підприємствах громадського харчування (упаковки продуктів, пластиковий посуд); виробничих підприємствах (корпуси устаткування, витратні матеріали, тара); лікувально-профілактичних закладах (крапельниці, бахіли, ємності для аналізів, медичні прилади із пластиковим корпусом); офісах (меблі, жалюзі, неробоча оргтехніка, канцелярське приладдя). Незважаючи на повсюдне застосування пластикових виробів, найбільша кількість відходів припадає на упаковку, одноразовий посуд та пляшки з поліетелентерефталату (PETE).

Слід зазначити, що пластикові матеріали є складною групою речовин, для виробництва яких використовується понад 10 тисяч хімічних сполук, включаючи токсичні хімічні речовини, які забруднюють довкілля. Дуже значний обсяг

виробництва пластикових матеріалів ускладнює створення ефективної системи поводження з ВПМ у будь-якій країні, оскільки їх кількість та масштаби торгівлі ними щороку продовжує зростати.

Згідно з даними Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA), якщо в 1960-х роках ВПМ складала менше 1% у складі ТПВ, то в 2011 році цей показник перевищив 12%. Тому ефективне вирішення проблем на всіх стадіях життєвого циклу пластикових матеріалів (від видобутку ресурсів до утилізації) повинно бути відображено в стандартах на міжнародному, державному рівнях.

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. Єдиними джерелами статистичних даних є окремі дослідження, проведені операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в різний час та в різних регіонах. Результати таких досліджень значно відрізняються. Наприклад, згідно з Шостим національним повідомленням України з питань зміни клімату, до складу ТПВ входять 9–13% ВПМ [8], тоді як інші дані [7] 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 [2; 3] в регіонах України основними компонентами ВПМ є поліетилен (PE), поліетилентерефталат (PETE), полівінілхлорид (V), поліпропілен (PP) та полістирол (PS), а рівень переробки ВПМ складає 35% [6].

Основні характеристики пластикових матеріалів наведені в таблиці 1.

Поліфункціональна територія Одеської області, яка характеризується високим антропогенного навантаження, стикається з нагромадженням значних обсягів відходів пластикових матеріалів різного походження (табл. 2).

У даній роботі надана лише оцінка кількості ВПМ, яка утворюється на об'єктах житлово-господарського комплексу Одеської області. Вихідними даними є інформація щодо обсягів

Таблиця 1

Основи характеристики пластикових матеріалів

Тип пластикових матеріалів	Основні характеристики
Поліетилентерфталат (PETE)	Висока термостійкість; чистота та міцність; температура плавлення – від 245 °С; стійкість до розчинників та агресивних рідин; повторне використання не рекомендується, оскільки можуть виділятися фталати; підлягає переробці
Поліетилен високої щільності (HDPE)	Висока сталість до вологи і хімікатам; міцність; гладкий воскоподібний поверх; газопронітність; термічно-нестійкий матеріал; температура плавлення – від 120 °С; низький рівень небезпеки (практично не виділяє шкідливих речовин); підлягає переробці
Полівінілхлорид (V)	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 (LDPE)	Практично нешкідливий; легко переробляється; висока міцність; низька температура плавлення – від 100°С; у поодиноких випадках виділяє формальдегід; підлягає переробці
Поліпропілен (PP)	Стійкість до низьких і високих температур та до агресивних рідин; міцність та жорсткість; відносно безпечний і нешкідливий; висока температура плавлення – від 160°С; виділяє формальдегід при неправильному зберіганні або тривалому використанні; підлягає переробці
Полістирол (PS)	Експлуатаційна гнучкість, прозорість; термоізоляційні властивості; висока температура плавлення – від 240°С; відноситься до канцерогенів, які несприятливо впливають на кровотворну і репродуктивну системи, а також печінку і нерки; при високих температурах видаляють шкідливу речовину – стирол; частково підлягає переробці (є обмеження)
Інші види пластику (OTHER)	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!

утворення ТПВ та ресурсоцінних компонентів в їх потоці у межах окремих кластерів на території Одеської області за даними «Регіонального плану управління відходами в Одеській області до 2030 року», [7]. Щороку 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.

Як бачимо, основна частка утворення ТПВ припадає на III кластер, який охоплює територію Одеської промислово-міської агломерації та прилегли райони, де зосереджена основна частка населення та існують можливості для створення ефективної системи управління та поводження з ТПВ, зокрема з ВПМ.

Обсяги щорічного утворення відходів пластикових матеріалів у межах вказаних кластерів на території Одеської області наведені в таблиці 3.

Плани збирання ТПВ ґрунтуються на аналізі ситуації в Одеській області. У [7] 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 врахувати, що під час їх розкладання вони утворюють вологу та гниючу масу, яка не підлягає сортуванню та забруднює інші ресурсоцінні компоненти (у т. ч. ВПМ). Однак, якщо мешканці розділять відходи безпосередньо в своїх квартирах або будинках, можна відокремити близько 70% чистих ресурсоцінних матеріалів.

Для забезпечення високої якості ресурсоцінних компонентів ТБО, виокремлення органічної складової має відбуватися найбільш ефективно та оперативно після її утворення. Після проведення процедури виокремлення

Таблиця 2

Основи джерела утворення та особливості ВПМ на території Одеської області

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

Таблиця 3

Обсяги утворення відходів пластикових матеріалів на території Одеської області, т/рік [6]

Кластер	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	23082,10
Всього	83291,93	28211,27	32600,9247	24911,87

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. Збирання 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, але, на нашу думку, більш раціональним буде налагодження «адресного» збір таких відходів [1].

Основні недоліки та переваги збирання різних видів ВПМ з потоку ТПВ в Одеській області наведені в таблиці 4.

Орієнтовна вартість окремих видів ВПМ з потоку ТПВ Одеської області наведена в таблиці 5.

Як бачимо, набагато вище вартість окремих відходів пластикових матеріалів у загальному потоці ТПВ: РЕТЕ (тара від напоїв) – 183373,26 грн/рік; РЕТЕ (плівка, пакети) – 127826,0 грн/рік. З урахування ліквідності ВПМ, щороку з загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину на суму 0,782 млн гривень. Слід зазначити, при цьому не надана оцінка кіль-

Таблиця 4

Основні недоліки та переваги збирання різних видів ВПМ з потоку ТПВ в Одеській області

Вид ВПМ	Основні переваги	Основні недоліки
Пляшка PE + PETE	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)	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)	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

Таблиця 5

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

PETE (тара для напоїв)		PETE (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

кості і вартості ВПМ, що утворюються у інших джерелах на території Одеської області (див. табл. 2).

Варто зазначити, що у сфері збирання ВПМ на території Одеської області зайняті багато компаній («Вторресурси», «Стиль Пак», «Пласт лом», «Альта-Профіль Україна», «Пластик-Україна», «Каскад-Пластик», «Станція переробки сміття», «Утильвторпром», «Plastiker», «Ecolos», «Litolan» тощо.) Крім того, відсортовані ВПМ можна здавати у чисельні міські пункти прийому вторинної сировини, а також у фандомати для роздільного збору сміття у мережі магазинів («Перехресток», «Карусель», «Ашан», «Мега», «Ельдорадо», «М. Відео» і т. д.).

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 [1].

Компанія «Еко Грін» (м. Одеса) набуває спресовані або неспресовані PETE-пляшки та використану упаковку від шампуні у фізичних та юридичних осіб, які були 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 ванни, а далі після сушіння пакуються в тюки, вагою в одну тонну. Щомісяця переробляється близько 9 млн, а щороку на ремонт, у середньому по році ми обробляємо близько 100 млн пляшок. Одержаний продукт (PETE-флекс) реалізується підприємствам, які виробляють: 1) PETE-гранули, з яких видуваються нові пляшки; 2) PETE-волокно для виробництва синтепону; 3) PETE-плівку для пакування харчових продуктів; 4) PETE-стаканчики та форми для кулінарії.

Науково-виробнича компанія «УкрЕкоПром» (м. Одеса) 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, РЕТЕ 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 до 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 «АЛП-Х-300», а злиті агрохімікати та пестициди подаються на термічне знищення на утилізаторі типу «УТ 3000 ДП». ВПМ подаються на лінію переробки «АЛП-Х-300» 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 °С, де остаточно вимиваються забруднюючі речовини, залишки клеїв тощо. Після ванни гарячої мийки ВПМ 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 від-

окремлюється етикетка, інші тверді частинки та готова «чипса», яка через циклон подається в тару готової продукції. ВПМ, що виокремлюються на лінії переробки збираються та передаються на термічне знищення на утилізаторі «УТ 3000 ДП».

Лінія переробки «АЛП-Х-300» має замкнений робочий контур води для промивання ВПМ, 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 утилізаторі. Всі інші види ВПМ, у тому числі поліаміди, забруднені нафтопродуктами, розчинниками, кислотами, фарбами та іншими речовинами (окрім агрохімікатів та пестицидів), спалюються в утилізаторі термічному утилізаторі [1].

Можливості переробки ВПМ мають також інші підприємства на території Одеської області, насамперед у межах Одеської промислово-міської агломерації, де відбувається утворення і накопичення домінуючої частки ТПВ області. ВПМ потрапляють у чисельні звалища прибережної зони, забруднюють водні природні складові довкілля, зокрема морський басейн, де стають джерелом утворення мікропластику. Значна частка ВПМ на звалищах і полігонах ТПВ зумовлюють збільшення рівня їх екологічної небезпеки [1].

У збиранні ВПМ 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 виявлено, що більшість відсортованих відходів потрапляє на ТОВ «Вторма», а найбільш рентабельним видом ВПМ – 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. Для швидкого збирання кришок (HDPE) були залучені заклади громадського харчування Одеси. Крім того, було організовано стаціонарні лока-

ції для їх збирання ще у 7 містах України (Південний, Вінниця, Черкаси, Івано-Франківськ, Львів, Тернопіль, Рівне). Протягом 8 місяців у цих містах збиралися ці ВПМ. Найбільші обсяги ВПМ були зібрані в Одесі, Тернополі та Південному (Одеська область), де чисельність населення менша, ніж у великих містах, що свідчить про те, що ефективність збору залежить не лише від чисельності населення, але і від ефективності організації процесу збирання ВМП. 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 [9].

Отже, 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 ВМП, що утворюються та накопичуються на території Одеської області, істотна їх частка може бути утилі-

зована на підприємствах Одеської області, що сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на складові довкілля, а також сприятиме поліпшенню рівня екологічної безпеки і умов існування населення.

Висновки. На підставі проведених досліджень, можна зробити такі основні висновки:

1. Система поводження з ТПВ в Одеській області та інших регіонах України повинна ґрунтуватися на принципах циркулярної економіки та Директиві ЄС 2008/98 «Про відходи», що встановлює таку ієрархію бажаного управління та поводження з відходами (запобігання утворенню відходів → підготовка до повторного використання → рециклінг → інші операції з відновлення (у т. ч. відновлення з одержанням енергії → видалення), тобто на ієрархії управління та поводження з відходами, що задекларована у «Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року».

2. Аналіз особливостей системи поводження з відходами пластикових матеріалів компонентами у потоках ТПВ в Одеській області та інших регіонах України не виповідає принципам циркулярної економіки та Директиві ЄС 2008/98 «Про відходи».

3. Щороку з загального потоку ТПВ можна отримати вторинну сировину (ВПМ) на суму майже 0,8 млн гривень; при цьому не урахувалися ВПМ, джерелами яких є промислові, аграрні та будівельні підприємства області.

4. Відокремлення і використання ВПМ з загального потоку ТПВ Одеської області сприятиме зменшенню техногенного навантаження на природні складові довкілля і поліпшенню екологічної ситуації.

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

ЛІТЕРАТУРА:

1. Горковенко М.О., Сафранов Т.А. Оцінка ресурсної цінності відходів пластикових матеріалів на території Одеської області. Збірка матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (24 жовтня 2024 року, Харків). Харків: ХНАДУ. 2024. С. 34–37.
2. Лаптева Ю. Ринок вторинного поліетилену в Україні. Презентації доповідей Waste Management – 2019. URL: <https://drive.google.com/file/d/1zE7Y9FwTJHqnusr142cDWpco3-awMjab/view?usp=sharing>
3. Мартиненко А. Ієрархія поводження з відходами. Презентація доповідей Waste Management – 2019. URL: https://drive.google.com/file/d/1yfHOetdNuj9a62SkQi1dvOn_4qH2VEnx/view?usp=sharin.
4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820) URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=40-15>.

5. Регіональний план управління з відходами в Одеській області до 2030 року. URL: <https://ecology.od.gov.ua/regionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-v-odeskij-oblasti-do-2030-roku/>.

6. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Яновський Д.Ю. Ресурсний потенціал потоку твердих побутових відходів Одеської області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. № 32. С. 144–155.

7. Семко П.П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з твердими побутовими відходами в Україні та напрями покращення ситуації. URL: <http://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf>

8. Шосте національне повідомлення України з питань зміни клімату. URL: <https://uabio.org/wpcontent/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf>.

9. Mykhailenko V., Shelinhovskiy D., Safranov T. (2023). Management efficiency for certain types of plastic waste. *Journal Environmental Problems*. 2023. 8(4). P. 225–230. <https://doi.org/10.23939/ep2023.04.224>.

REFERENCES:

1. Horkovenko, M.O., & Safranov, T.A. (2024). Otsinka resursnoi tsinnosti vidkhodiv plastykovykh materialiv na terytorii Odeskoi oblasti. Zbirka materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za uchastiu molodykh naukovtsiv «Haluzevi problemy ekolohichnoi bezpeky» (24 zhovtnia 2024 roku, Kharkiv). Kharkiv: KhNADU. 2024. S. 34-37 [Assessment of the resource value of waste plastic materials in the territory of the Odessa region. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference with the participation of young scientists “Industrial Problems of Environmental Safety” (October 24, 2024, Kharkiv). Kharkiv: KhNADU. P. 34–37 [in Ukrainian].

2. Laptieva, Yu. (2019). Rynok vtorynnoho polietylenu v Ukraini. Prezentatsii dopovidei Waste Management – 2019 [The secondary polyethylene market in Ukraine. Waste Management report presentations – 2019]. Retrieved from: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analizrynka-polimerov-pe-ukrainy-2018-god.> [in Ukrainian].

3. Martynenko, A. (2019). Hierarkhiia povodzhennia z vidkhodamy. Prezentatsii dopovidei Waste Management – 2019. [Waste Management Hierarchy. Waste Management Presentations – 2019]. Retrieved from: https://drive.google.com/file/d/1yfHOetdNuj9a62SkQi1dvOn_4qH2VEnx/view?usp=sharin. [in Ukrainian].

4. Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku (skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 8 lystopada 2017 r. № 820) [National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030 (approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 8, 2017 No. 820)]. Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=40-15>. [in Ukrainian].

5. Rehionalnyi plan upravlinnia vidkhodamy v Odeskii oblasti do 2030 roku [Regional Waste Management Plan in Odessa Region until 2030]. Retrieved from: <https://ecology.od.gov.ua/regionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-v-odeskij-oblasti-do-2030-roku/>. [in Ukrainian].

6. Safranov, T.A., Prykhodko, V.Iu., & Yanovskyi, D.Iu. (2023). Resursotsinnyi potentsial potoku tverdych pobutovykh vidkhodiv Odeskoi oblasti. [Resource potential of the solid household waste stream of Odessa region.] *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 32, 144–155 [in Ukrainian].

7. Semko, P.P. Realii spivrobotnytstva biznesu ta orhaniv mistsevoho samovriaduvannia v haluzi povodzhennia z TPV v Ukraini ta napriamy pokrashchennia sytuatsii [The realities of cooperation between business and local governments in the field of solid waste management in Ukraine and directions for improving the situation]. Retrieved from: <http://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf>. [in Ukrainian].

8. Shoste natsionalne povidomlennia Ukrainy z pytan zminy klimatu [Ukraine’s Sixth National Communication on Climate Change]. Retrieved from: <https://uabio.org/wpcontent/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> [in Ukrainian].

9. Mykhailenko, V., Shelinhovskiy, D., & Safranov, T. (2023). Management efficiency for certain types of plastic waste. *Journal Environmental Problems*, 8(4). 225–230. <https://doi.org/10.23939/ep2023.04.224> [in English].