

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студентки Рябої Анастасії Миколаївни

(ПІБ)

академічної групи 101-18-1

(шифр)

спеціальності 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

на тему «Оцінка екологічної небезпеки відходів пластику та удосконалення системи поводження з ними»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Кваліфікаційної роботи	Борисовська О.О.		
<b>розділів:</b>			
Теоретичного	Борисовська О.О.		
Практичного	Борисовська О.О.		
Охорона праці	Чеберячко Ю.І.		
<b>Рецензент</b>			
<b>Нормоконтроль</b>	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро  
2022

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувачка кафедри ЕТЗНС

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

студентці Рябій А.М. академічної групи 101-18-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія  
(офіційна назва)

на тему Оцінка екологічної небезпеки відходів пластику та удосконалення системи поводження з ними

затверджену наказом ректора НТУ «ДП» від 03.05.2022 № 234-с.

№ з/п	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Проаналізувати екологічну небезпеку від засмічення пластиком навколишнього середовища. Дослідити основні надходження пластику в навколишнє середовище. Виконати аналіз обсягів використання пластику в Україні	06.04.22 - 02.05.22
2	Практичний	Проаналізувати міжнародний досвід вирішення проблеми пластикових відходів. Дослідити існуючі методи переробки відходів пластику. Обґрунтувати вибір найбільш доцільного для утилізації виду пластику Розробити рекомендації щодо удосконалення системи поводження з відходами ПЕТ в Україні. Визначити очікуваний екологічний ефект від запропонованих рішень	03.05.22 - 31.05.22
3	Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці при реалізації запропонованих рішень	01.06.22 – 11.06.22 –

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Борисовська О.О.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 06.04.22

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Ряба А.М.  
(прізвище, ініціали)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ</b> .....	8
1.1 Види пластику та їх екологічна характеристика.....	8
1.2 Екологічні наслідки надходження пластикових відходів у довкілля.....	13
1.2.1 Екологічні наслідки для атмосферного повітря.....	14
1.2.2 Екологічні наслідки для поверхневих та підземних вод.....	14
1.2.3 Екологічні наслідки для ґрунту.....	17
1.2.4 Екологічні наслідки для рослинного та тваринного світу.....	17
1.2.5 Екологічні наслідки для здоров'я людини.....	18
1.3 Аналіз обсягів використання пластику в Україні.....	19
1.4 Аналіз обсягів утилізації та видалення відходів пластику на полігони і звалища в Україні.....	20
<b>РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКУ</b> .....	22
2.1 Міжнародний досвід вирішення проблеми пластикових відходів.....	22
2.2 Методи переробки відходів пластику.....	28
2.2.1 Переробка ПЕТ.....	29
2.2.2 Переробка HDPE.....	33
2.2.3 Переробка LDPE.....	35
2.2.4 Переробка РР.....	36
2.2.5 Переробка PS.....	37
2.3 Обґрунтування вибору найбільш доцільного для утилізації виду пластику.....	38
2.4 Розробка рекомендацій щодо удосконалення системи поводження з відходами ПЕТ в Україні.....	41
<b>РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> .....	46
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проектового	

технологічного процесу.....	46
3.2 Розробка заходів з охорони праці.....	50
3.3 Пожежна профілактика.....	55
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>57</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>59</b>
Додаток А. Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	62
Додаток Б. Зовнішня рецензія.....	63
Додаток В. Відгуки керівника розділу з охорони праці та нормоконтролера.....	64
Додаток Г. Довідка про присутність запозичень.....	65

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 с., 36 рис., 2 табл., 27 літературних джерел.

**Мета роботи:** аналіз екологічної небезпеки від забруднення навколишнього середовища відходами пластику та удосконалення системи поводження з ними.

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми негативного впливу відходів пластику на навколишнє середовище і здоров'я населення та сформульовані задачі кваліфікаційної роботи.

Теоретичний розділ містить аналіз небезпеки різних видів пластику, їх екологічну характеристику, наслідки надходження пластикових відходів у довкілля. Проаналізовані обсяги використання пластику в Україні. Досліджені обсяги утилізації та видалення відходів пластику на полігони і звалища в Україні.

У практичному розділі представлений міжнародний досвід вирішення проблеми пластикових відходів, проаналізовані методи переробки основних видів пластику, розроблені рекомендації щодо удосконалення системи поводження з відходами ПЕТ в Україні.

В розділі, присвяченому охороні праці та безпеці у надзвичайних ситуаціях, проаналізовані заходи з охорони праці при впровадженні більш доцільних способів переробки пластику.

У висновках наведені основні результати виконаної кваліфікаційної роботи та очікувана ефективність їх впровадження.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ, ПЛАСТИКОВІ ВІДХОДИ, ПЕРЕРОБКА, ПЕТ, ОХОРОНА ПРАЦІ, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Пластик – це універсальний, довговічний матеріал, який широко використовується з ХХ ст. завдяки його фізико-хімічними властивостями, що забезпечує міцність, легкість і тривалий термін експлуатації.

Перша пластмаса була отримана британським металургом Александером Парксом у 1855 році. Розвиток пластмас почався з використанням природних пластичних матеріалів (жувальної гумки), потім використовувалось хімічно модифіковані природні матеріали (гума, колаген), а згодом повністю перейшло до синтетичних молекул (поліетилен, епоксидна смола). Щоб зникнути пластику, знадобиться від 70 до 450 років [1]. На сьогоднішній день перший пластик міг взагалі не розклався, так як пройшло 167 років, від року його винайдення.

За весь день пластик зустрічає нас вдома, на вулиці, магазинах, на роботі (пластикова клавіатура, пластикова миша, плазмовий рамковий комп'ютерний монітор). Пластик, який ми зустрічаємо щодня, не закінчується. Куди дівається цей весь пластик? Найбільша частина потрапляє у водойми, частина – на звалища, та мала частина переробляється. За останні роки ми виготовили більше пластику, ніж протягом всього минулого століття [2].

Пластикове сміття можна знайти всюди – на землі (полігони, звалища), в морі (у вільному плаванні, маленькими шматочками в шлунках морських мешканців) й навіть глибоко на дні океану.

Тому у даній кваліфікаційній роботі розглядається можливість зменшення кількості відходів пластику, що надходять у навколишнє середовище і, відповідно, зменшення рівня екологічної небезпеки від такого забруднення.

**Метою роботи** аналіз екологічної небезпеки від забруднення довкілля відходами пластику та удосконалення системи поводження з ними.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Проаналізувати екологічну небезпеку відходів пластику. Дослідити

екологічні наслідки надходження пластикових відходів у довкілля. Проаналізувати обсяги використання пластику в Україні.

2. Дослідити методи переробки відходів пластику. Обґрунтувати вибір найбільш доцільного для утилізації виду пластику. Розробити рекомендації удосконалення системи поводження з відходами ПЕТ.

3. Розробити заходи з охорони праці при обраного способу зменшення екологічної небезпеки пластику.

**Практичне значення роботи** полягає в дослідження методів переробки відходів пластику. Порівняти, який саме метод буде найефективнішим. Розробити рекомендації щодо удосконалення системи поводження з відходами.

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ

### 1.1 Види пластику та їх екологічна характеристика

Пластик – це універсальний, довговічний матеріал, який широко використовується з ХХ ст. завдяки його фізико-хімічними властивостями, що забезпечує міцність, легкість і тривалий термін експлуатації.

*Види пластику.* Систему маркування ввели близько 30-ти років тому – в 1988 році. А «день народження» пластику, як матеріалу, що використовується всюди, був більше 100 років до цього – в 1866 році, коли винахідник пластмаси Александером Паркс відкрив фірму для його масового виробництва (через 11 років після винаходу). Тим видам пластику, які використовуються найчастіше, привласнені номери від 1 до 6. Номер 7 – інше – ввели пізніше в США, так як закон зобов'язував маркувати всю упаковку [3].

Буквене маркування еквівалентне числам. Воно служить доповненням до чисел, уточнюючи їх значення. Вказуючи на тип полімеру, що використовувався при виробництві. Приклад маркування пластику наведено на рис. 1.1.



**Рисунок 1.1 – Маркування пластику**

(1– Поліетилен терефталат, PET або ПЕТ)

Цей вид пластику з'явився у 1978 році. Його почали використовувати для



півтора- та дволітрових пляшок для прохолодних напоїв [3]. Зустрічається найчастіше у нашому повсякденному житті. З нього виробляють пляшки для напоїв, рослинної олії, кисломолочних продуктів, соусів тощо. Упакування для фруктів та овочів, косметичних засобів та пральних порошків. Добре піддається переробці. Під дією високої температури пластик починає випаровуватись. Після чого розчиняється у продукті, збагачує його шкідливими речовинами (бісфенол А, фталат), тому використовується тільки один раз [3]. Бісфенол А – хімічна речовина, білого кольору, шкідлива речовина може впливати на роботу ендокринної системи, сприяє розвитку раку грудей, діабету і захворювань печінки. Маркування поліетилену терефталат, PET або ПЕТ наведено на рис. 1.2 [4].



**Рисунок 1.2 – Маркування поліетилен терефталат, PET або ПЕТ**

*(2 – Поліетилен високої щільності, PEHD (HDPE))*

Непрозора, досить щільна пластмаса. Використовується для вироблення пляшок для харчових (молоко, соки) і нехарчових рідин (миючі засоби, косметика, шампуні, гелі для душу), упаковки середньої жорсткості, контейнери, кришки. У побуті поширений у виді «плівки», яка добре розтягується – обгортка до побутової техніки, тонка самоклеюча харчова плівка [3].

Приймають на переробку. При нормальних умовах не токсичний. При

високих температурах може виділяти формальдегід – канцероген, що викликає ракові захворювання. Формальдегід в повітрі (з посуду, іграшок, меблів) діє на слизові і шкірні покриви. Маркування поліетилену терефталат, високої щільності, PEHD (HDPE) наведено на рис. 1.3 [4].



**Рисунок 1.3 – Маркування поліетилен високої щільності, PEHD (HDPE) 3 – Полівінілхлорид, PVC або ПВХ**

Це найбільш отруйний та найбільш небезпечний для здоров'я вид пластику. Практично не піддається переробці. Застосовується з 1927 року. Використовується для виготовлення лінолеуму, віконних профілів, меблів, упаковки побутової техніки, штучної шкіри, плівки для натяжних стель, труб, ізоляції проводів та кабелів, обгортки для сиру та м'яса, пляшок для рослинних олій, а також дитячих іграшок. При спалюванні полівінілхлориду утворюються високотоксичні хлорорганічні сполуки, а після десяти років служби виробу з ПВХ починають самостійно виділяти токсичні сполуки. Маркування полівінілхлориду, PVC або ПВХ наведено на рис. 1.4 [4].

З нього виготовляють різні пакувальні матеріали, пакети для супермаркетів, CD, DVD диски. До 60-х років повністю замінив целофан. Вважається безпечним та придатним для харчових продуктів. Добре переробляється. Маркування поліетилену низької щільності, PELD (LDPE) наведено на рис. 1.5 [4].



**Рисунок 1.4 – Маркування полівінілхлорид, PVC або ПВХ**

*4 – Поліетилен низької щільності, PELD (LDPE)*



**Рисунок 1.5 – Маркування поліетилен низької щільності, PELD**

*(LDPE) 5 – Поліпропілен, PP або ПП*

Є безпечним при контактах з їжею, термостійкий та міцний. Можна переробити. З нього виготовляють відра, посуд для гарячих страв, контейнери

для заморожування продуктів, диски, одноразові шприци, баночки для ліків, мішки для цукру, підгузки та верхній шар гігієнічних прокладок, кришки для пляшок, пляшки для кетчупів, стаканчики для йогуртів, труби, бампери. Маркування поліпропілену, PP або ПП наведено на рис. 1.6 [4].



**Рисунок 1.6 – Маркування поліпропілен, PP або ПП**

*6 – Полістирол, PS або ПС*

Являється потенційно небезпечним, через вміст стиролу. Підлягає переробці. З нього виготовляють одноразовий посуд, пакувальні таці для продуктів харчування, контейнери для їжі, декоративну плитку для стелі, дитячі іграшки та теплоізоляційні плити. Варто використовувати один раз: при нагріванні чи повторному використанні може виділятися стирол. Маркування полістиролу, PS або ПС наведено на рис. 1.7 [4].

Всі інші види пластику, найчастіше це - багат шарова упаковка, або упаковка із суміші кількох видів пластику. Сюди відноситься, наприклад полікарбонат, який використовується для виробництва прозорих твердих виробів, таких як одноразові виделки, ложки та ножі, дитячі пляшки або багаторазова тара для води. До цієї групи також відносяться сучасні екологічні види пластику, які розкладаються в природних умовах. Маркування інших видів пластику наведено на рис. 1.8 [4].



**Рисунок 1.7 – Маркування полістирол, PS або ПС**



**Рисунок 1.8 – Маркування інше або OTHER**

## **1.2 Екологічні наслідки надходження пластикових відходів у довкілля**

Відходи пластику забруднюють ґрунт, моря та океани. Під час їх спалювання в атмосферу виділяються токсичні речовини.

Наслідки забруднення відходами пластику ми бачимо все більш наочно

сьогодні. За прогнозами, через 35 років в океанах на 2 т риби припадатиме 1 т пластику [2]. Світовий океан містить 5 плаваючих сміттєзвалищ з пластмаси. Вміст цих величезних шарів на 80 відсотків пояснюється діяльністю на суші, лише п'ята частина потрапляє із суден або викликана діяльністю на морі.

Причина цього – відсутність переробки цього виду відходів. В океані пластик перетворюється на мікропластики, яким харчуються риби та інші морські тварини. Мікропластик потрапляє до нашого організму разом із морепродуктами.

### **1.2.1 Екологічні наслідки для атмосферного повітря**

Спалювання пластику нічого окрім шкоди не приносить. Температура згорання недостатня, щоб пластик повністю згорів, тому залишки пластику разом з димом забруднюють атмосферне повітря, тим самим зашкоджуючи навколишньому середовищу та здоров'ю людини.

Частинки мікропластику, присутні в атмосфері, відомі як «зважений в повітрі» мікропластик. Характер і розмір цих частинок дозволяють їм з легкістю переміщатися в повітрі на далекі відстані. В результаті зважений в повітрі мікропластик виявляється не тільки в великих містах, а й у віддалених областях, таких як Французькі Піренеї. Пластикові частинки можна виявити в снігу, куди вони осідають з повітря. Останнім часом в зразках снігу все частіше виявляють високий рівень забруднення мікропластиком, причому приблизно 24 600 частинок мікропластику на дм<sup>3</sup> виявляються в самих різних місцях Європи.

### **1.2.2 Екологічні наслідки для поверхневих та підземних вод**

Головною проблемою для довкілля є пластик, що потрапляє до вод Світового океану, так як океан знаходиться нижче за течією, він стає приймачем для пластикових відходів. Встановлено, що пластик накопичується у п'яти субтропічних круговертях, які покривають 40% площі Світового океану, які



зображені на рис. 1.9 [5].



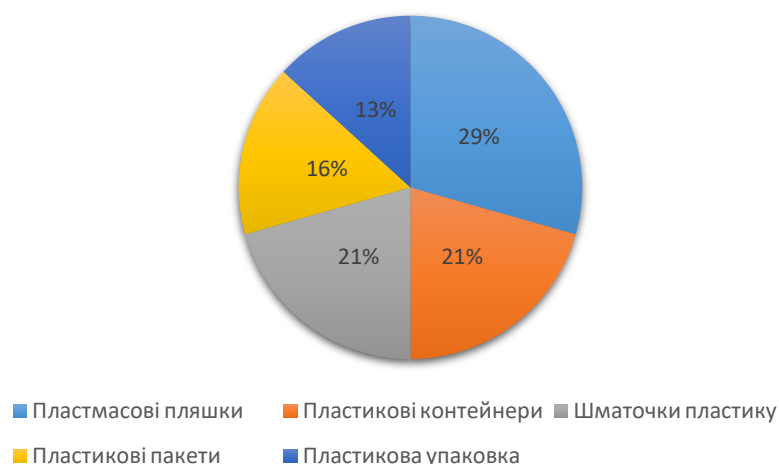
**Рисунок 1.9 – Формування сміттєвих плям**

Із суходолу України у води Чорного моря також потрапляє значна частина побутових відходів. Науковці встановили, що кожну годину річки виносять у море від 6 до 50 елементів сміття, 83 % з яких – пластик. Серед пластикового сміття переважають (рис. 1.10–1.11) [5]:



**Рисунок 1.10 – Склад пластикового сміття, що переважає у морській воді**

### У водах річок



**Рисунок 1.11 – Склад пластикового сміття, що переважає у водах річок**

Пластмасове сміття, що розноситься в результаті негоди, незаконне скидання відходів в океан і змив виробів з вмістом пластику в унітаз – ось приклади того, як побутовий пластик потрапляє в великі і малі водойми.

Крім того, мікропластик, потрапляючи у воду через аварії на виробництві чи при транспортуванні, за своїм виглядом нагадує водорості, тому часто мешканці моря поїдають цей пластик. Були випадки, коли знаходили птахів, які, наковтавшись пластикового сміття, гинули від голоду, зображено на рис. 1.12 [5].



**Рис. 1.12 – Мертвий птах і пластик**



### **1.2.3 Екологічні наслідки для ґрунту**

Пластикове сміття, потрапляючи на полігони твердих побутових відходів (ТПВ), не несе загрозу довкіллю та здоров'ю людини, так як на цих спорудах використовують технології, що дозволяють ізолювати сміття від ґрунтів. Великої шкоди несе пластик, який потрапляє до стихійних звалищ, та де людина викидає сміття у непризначеному місці.

Проблемою стало зменшення території, придатної для проживання та ведення господарства, сміттєві звалища отруюють наземні та підземні води: пластикові відходи виділяють шкідливі речовини у ґрунт, від яких гинуть рослини та тварини. А випаровування шкідливих речовин в повітря впливає на здоров'я усього живого поблизу [6].

### **1.2.4 Екологічні наслідки для рослинного та тваринного світу**

Кожний викинутий пакет, прикривши собою рослину, заважає виробляти кисень та функціонувати, де було викинуто пластиковий стакан, зовсім нічого не росте, так як пластик через деякий час під дією сонячних променів виділяє в ґрунт шкідливі речовини, хоча існують види рослин, які не чутливі до цього. Рослини, які піддалися впливу потім будуть з'їдені дикими та свійськими тваринами, та почнуть хворіти [9].

Пластикове сміття вбиває величезну кількість птахів, морських ссавців. Пластикові предмети забутих рибальських сітей убивають дельфінів, морських черепах та інших тварин. Пластик у морі отруює життя його мешканців, це зображено на рисунку 1.13.



**Рисунок 1.13 – Маленький краб не може вийти з пластикового стаканчика на Філіппінах**

### **1.2.5 Екологічні наслідки для здоров'я людини**

Відпочиваючи на природі, люди часто спляють пластикову тару – пляшки, стакани, одноразовий посуд, не відходячи від місця відпочинку.

В жарку погоду такі смітники піддаються високій температурі, це стає джерелом не лише неприємного запаху, а й токсичного випаровування. Замість відпочинку на природі та свіжого повітря, ціла сім'я отримує шанс потрапити до лікарні з отруєнням.

Частинки пластмаси, які потрапляють в легені з повітрям, та ті, що приймаються з їжею, отруюють тіло токсичними елементами. Деякі компоненти пластику, проникаючи в шлунково-травний тракт, отруюють тіло пестицидами, які в свою чергу завдають удар гормональній системі людей, та здатні бути фактором початку тяжких хвороб: починаючи від цукрового діабету аж до онкології (шматочки пластику затримують ріст клітин) [6].

Це стосується не лише сміття, а і неякісного пластику у побуті. Існують випадки, коли у дітей виявляють отруєння, так як вони гралися іграшками, зробленими з токсичних матеріалів. Багаторазове використання одноразового посуду, пластикових пляшок може потенційно спричинити рак.

### 1.3 Аналіз обсягів використання пластику в Україні

Кожного дня нам доводиться використовувати одноразові поліетиленові пакети, щоб запакувати продукти щоденного вжитку (їжа, одяг, сувеніри і навіть сміття). Кожен з нас за рік використовує близько 300 різних виробів з пластику, і після використання ми несемо їх у сміттєві баки (їх ціна вже давно не 10–25 коп. і вже навіть не гривня, а 3–7 гривень). Простою альтернативою може слугувати міцні паперові пакети, екосумки та ін. Екосумки справді менш шкідливі для довкілля – та лише за умови, якщо скористатися ними не менше 50 раз [8].

Щорічний обсяг утворення ТПВ в Україні – близько 13 млн тонн. Та лише 8% відходів йде на переробку, компостування і спалювання. У розвинених країнах Європи вже давно усвідомили, що пластик потрібно максимально використовувати у виробництві як сировину [8].

Частина українців вже сортують відходи та здають пластик на переробку. Навіть незважаючи, що в країні ще не досить налагоджена і розвинена інфраструктура роздільного збирання, та не працює все на 100%, тому: за можливості переробляти 320-350 тис. тонн пластику, переробляється лише 180 тис. тонн таких відходів. В середньому, 90% від вартості бутильованої води становить вартість пластикової пляшки [8].

Все з 10 грудня в Україні обмежили використання поліетиленових пакетів. Відтепер покупці, придбавши товар у магазині та використовувачи прозору упаковку, мають заплатити за неї гроші [7]. В такому випадку хочуть зменшити обсяг використання пластикових пакетів, щоб потім зовсім відмовитись від такого методу пакування продукції, замінивши її на «біопакети», які мають природне походження, оскільки виготовляються з картопляного та кукурудзяного крохмалю (вони не такі небезпечні для довкілля). Якщо не буде

заборони, то люди все одно будуть купувати та використовувати пластикові пакети.

Природоохоронці в Чорному морі зафіксували, що побутовий пластик складає 83% від сміття. Українці поділилися на частини, одна з яких активно підтримують, а інша частина поки не готова відмовитись від пакетів, та продовжує накопичувати пакет з пакетами. Деякі використовують в супермаркетах одноразові пластикові рукавиці, так як вони є безкоштовними, як зображено на рисунку 1.14.

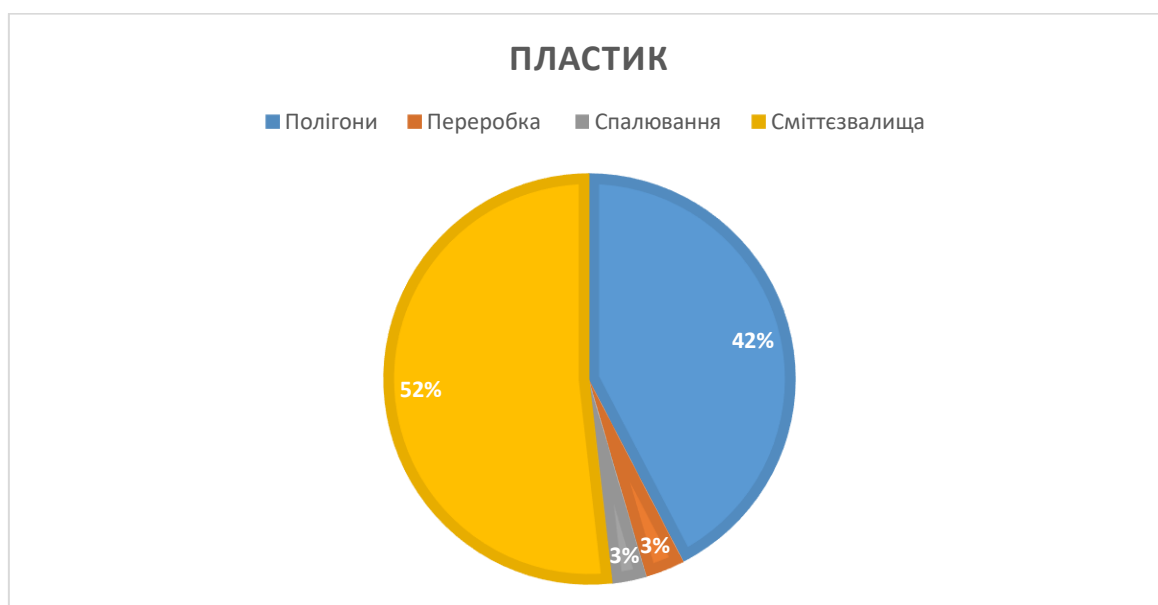
#### **1.4 Аналіз обсягів утилізації та видалення відходів пластику на полігони і звалища в Україні**

Сміттєзвалища – це найстаріший спосіб утилізації сміття, який на жаль існує досі. В країнах Європи полігони поступились місцем іншим методам утилізації пластику, але в Україні захоронення непотрібного пластику відбувається старим способом. Дотепер наша територія вкривається густою мережею легальних та нелегальних смітників. Полігони від звалищ відрізняються влаштуванням згідно з певними санітарними нормами та ізолювання поверхонь [10].



**Рисунок 1.14 – Пластикова рукавиця як спосіб не платити за пакет в супермаркеті**

На жаль люди викидають сміття за межі двору, не розуміють, що цим вони не захистять себе від негативних наслідків, адже звалища – це не полігони, тому випаровуючись, сміття забруднює атмосферне повітря, просочуючись в ґрунт – попадає в ґрунтові води. На рисунку 1.15 зображено куди частіше потрапляє пластик.



**Рисунок 1.15 – Діаграма місць утилізації пластику**

Найчастіше, все ж таки пластик потрапляє на сміттєзвалища, менший відсоток – на полігони, так як полігонів в Україні все ще не так багато, а звалищ – кілька тисяч. Пластик не лише витіснив з ринку інші матеріали, але «підсадив» на себе споживачів. Але не кожен знає, як саме поводитись с пластиком, і що робити після використання. Нафтові й хімічні компанії та компанії-виробники упаковки уникають відповідальності, їх головною ідеєю є: винні не ті, хто заробляє та виробляє одноразовий пластик, а ті, хто купує товар і смітить. Також великі компанії дають обіцянки, що будуть переробляти пластик, у всіх цих обіцянок є одна безперечна вада: пластик – один із найгірших матеріалів переробки [10]. Усе починається з виробників та продавців, які, не питаючи, потрібна людині одноразова пластикова тара чи ні, запаковують свій товар у пластик, залишаючи покупця без вибору. Тому в даній ситуації не працює «на попит є і пропозиція».

## **РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИКУ**

### **2.1 Міжнародний досвід вирішення проблеми пластикових відходів**

*Досвід Європи.* Проблемою переробки пластику в Євросоюзі є ціна, вдома коштує набагато дорожче, ніж відправка до азійських країн. Зміни необхідні, так як Європа просто потоне у пластиковому смітті. Щороку в Польщі використовують 3,5 млн тонн пластику. В галузі працює близько 160 тис. осіб, її оборот становить 80 млрд злотих (19 млрд євро), з яких понад половина припадає на ринок упаковки. Саме цим виробникам доведеться шукати ефективний спосіб переробки пластикових відходів. Попри те, що в принципі система роздільного збору сміття вже давно функціонує в Польщі, зараз переробка пластику в країні лишається на низькому рівні. Немає пунктів прийому та системи утилізації пластикових пляшок, до того ж одноразові упаковки виробляють з низькоякісного пластику – лише 40% упаковок підлягають рециклінгу. Все інше

потрапляє на звалища [11].

Скасування безкоштовних пластикових пакетів, стало ключовим та першим кроком до відмови від пластику. Сучасні фірми почали виготовляти з пластику кросівки та спортивний одяг, зображено на рисунку 2.1, щоб зменшити кількість відходів, та показати інакший спосіб використання пластику.



**Рисунок 2.1 – Кросівки Adidas з пластикових відходів та рибальських сітей**

Для харчового сектора прощання з пластиком означає необхідність переобладнати виробничі лінії під нові упаковки. Не пізніше 2023 року всі пластикові пляшки повинні бути зроблені як мінімум на 25% із вторинної сировини, а до 2030 року – на 30%. До 2025 року Польща зобов'язана забезпечити вторинну переробку 50% штучних матеріалів, до 2030 – 55%. Однак у випадку пластикових пляшок директива збільшує цей рівень ще на 40%. Щоб досягти цього, держава має запровадити систему прийому пластикової тари або встановити селективний збір відходів в рамках системи розширеної відповідальності виробників [11].

Проблемою для споживачів, є ціна, вона значно виростить, так як матеріал для упаковки зміниться. Потрібно звикнути, що на полицях в супермаркетів зникнуть пляшки з кришками, що закручуються, одноразовий посуд, соломинки та пластик, який не пройшов переробку. У всіх не буде вибору, так як ці товари взагалі не можна буде купити, в жодному куточку Євросоюзу. Але на полицях з'являться замінники пластику: дерев'яний посуд, вироби з кукурудзяного крохмалю (зображено на рис. 2.2) та скло.





**Рисунок 2.2 – Посуд з кукурудзяного крохмалю**

На рисунку 2.2. зображений посуд з кукурудзяного крохмалю, візуально схожий на пластиковий, але аналог розкладається компостуванням, а виріб з пластику лише в розвинених країнах може бути перероблений, та не нести загрози для навколишнього середовища.

Історія з мертвим кашалотом в Індонезії, у шлунку у якого знайшли шість кілограмів пластику, вразила міністра охорони довкілля та ядерної безпеки Німеччини Свенью Шульце (Svenja Schulze) до глибини душі. Морський ссавець проковтнув 115 пластикових склянок, 25 целофановий пакетів, чотири пластикові пляшки, дві пари взуття і багато іншого неїстівного сміття (зображено на рисунку 2.3). На жаль, ця подія – не поодинокий випадок. Тож, як заявила міністр, «нам слід кардинально змінити ситуацію з пластиковим сміттям» [12].





**Рисунок 2.3 – Морський ссавець проковтнув 6 кг пластикового сміття**

В Німеччині хочуть скасувати пластикові упаковки, в які запаковують поодинокі банани, огірки, яблука та інші овочі та фрукти (рис 2.4). Також в планах є залишити пластикові пляшки, але споживачі зобов'язані здавати їх на переробку, або знову поповнювати тару водою. Всі організації, які відмовляться від надлишкового пластику, та будуть використовувати лише ті види пластику, які можна буде здавати на переробку, чи використовувати багато разів, чекатиме винагорода.



**Рисунок 2.4 – Пластикова упаковка продуктів**

*Досвід Японії.* Щорічно в Японії виробляється близько 22,7 мільярда ПЕТ-пляшок, в середньому близько 180 пляшок на людину, і майже 85% з них переробляється, що є одним із найвищих показників [13]. Утилізація пластикових відходів в Японії відбувається трьома методами:

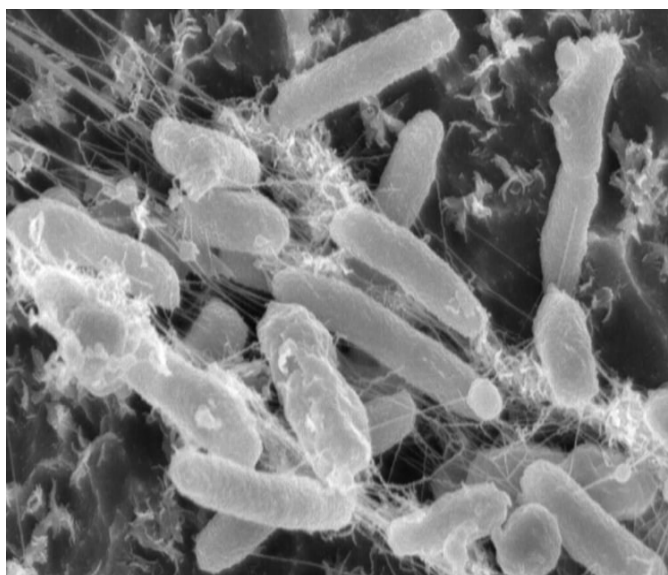
*Спалення* – найбільш широко застосовується в Японії, перевагами є отримання електроенергії, та зменшення кількості пластику. Але на спалювання потрапляє лише пластик, який неможливо іншим методом утилізувати. Спалювання пластику з іншими видами сміття відбувається при високій температурі, а відпрацьовані гази проходять очистку. Тому мешканці територій, де знаходяться сміттєспалювальні заводи (рис. 2.5), не відчують смороду, та не бачуть виходу чорного диму [14].

*Переробка* пластику не така яскрава. Вище було зазначено, що «майже 85% з них переробляється, що є одним із найвищих показників», але сюди входить термічна переробка, де пластик спалюється для отримання енергії, лише 27% зібраного пластику переробляється у придатний для використання матеріал [14].



**Рис. 2.5 – Сміттєспалювальний завод в Японії. Будівля виглядає дуже незвичайно всередині та зовні, нагадує казковий замок. При ньому функціонує музей, центр реабілітації інвалідів, готель та ресторан**

*Фермент для перероблення пластикового сміття.* Дослідники розробили фермент, який перетравлює деякі види пластику. Відкриття зробили випадково, у процесі дослідження бактерій *Ideonella sakaiensis* [15] (рис. 2.6).



**Рисунок 2.6 – Бактерії *Ideonella sakaiensis***

Дослідники Національної лабораторії відновлюваної енергії Міністерства енергетики США (NREL), створили фермент, під час дослідження речовини



ПЕТази. З її допомогою бактерії *Ideonella sakaiensis* перетравлюють поліестер (ПЕТ), з якого виготовляють пластикові пляшки. Вчені знайшли ці бактерії в 2016 році в зразках ґрунту, води та мулу, взятих з місця перероблювання пластикових пляшок в японському місті Сакаї. Бактерії здатні переробити 0,2 міліметра поліестеру за шість тижнів [15].

*Американський досвід використання пластику.* Пластик, як матеріал для будівництва. Для виробництва блоків стартап розробив та запатентував апарат Blocker. За допомогою комбінації пари та стиску можна працювати з усіма видами пластику, навіть тими, які не підлягають вторинній переробці. В Blocker загрузають пластик, який стискають в блоки (рис. 2.7), з них можна побудувати паркани, автобусні зупинки тощо. Зазначається, що один пристрій може переробляти 450 тонн пластику на рік, а ще 12 таких «блокувальників» наразі у розробляються. На сьогоднішній день перероблено 103 тонни пластику. У планах встановити пристрій у кожному місті країни та переробити 100 млн тонн пластику до 2030 року. Щороку американці продукують близько 42 млн тонн пластику, з них лише 9% переробляється [16].



**Рисунок 2.7 – Blocker стискає пластик в блоки**

## **2.2 Методи переробки відходів пластику**

Переробка пластику — це процес збирання відходів пластика та їх

переробка у корисні продукти. Переробка пластику включає в себе збирання будь-яких типів пластику, їх сортування в залежності від типів полімерів, потім подрібнення та переплавлення на гранули (рис 2.8), які можна транспортувати та використовувати для виготовлення будь-яких предметів, наприклад, пластикових стільців і столів [17].



**Рис. 2.8 – Переплавлення на гранули пластикових відходів**

Головною проблемою пластикових відходів є те, що їх переробка коштує набагато більше, ніж він коштує в магазинах, та використання барвників, що згодом унеможливить його переробку.

Існує три способи переробки, фактично їх чотири, але щоб не чекати більше 400 років, щоб пластик розклався сам на сміттєзвалищах, все ж таки виділяють три метода: механічний рециклінг, що дозволяє отримувати новий полімер; хімічний метод полягає в розщепленні відходів на окремі складові, які при змішуванні і обробці також дають нові матеріали; термічний спосіб має на увазі спалювання або переведення в газоподібний стан. Тут кінцевим продуктом є енергія. Механічний рециклінг відрізняється універсальністю, так як дозволяє дати друге життя всім типам пластика без забруднення довкілля шкідливими випарами і викидами [18].

Процес переробки пластикового сміття механічним рециклінгом:

✓ Перший етап підготовчий: відсортування за видами та кількістю забруднення, очищення від етикеток. Після всіх маніпуляцій проходять попереднє дроблення, після чого промивають, висушують і відправляють в термічні установки.

✓ Другий етап: після термічної обробки відходи приймають однорідний вигляд, а потім направляються в екструдер, зображений на рис. 2.9, для формування вторинної продукції.



**Рисунок 2.9 – Екструдер**

### **2.2.1 Переробка ПЕТ**

Переробка ПЕТ-пляшок – необхідний процес, під час якого пляшки та сировина направляються на повторне використання, та зменшення відходів на полігонах.

Для переробки ПЕТ потрібно відсортувати та звільнити пляшки від етикеток та кришок (HDPE), але частіше залишають в її повній комплектації, але сплющують для комфортного перевезення (рис 2.10), для переробки, чи утилізації, перероблена пляшка схожа на пластівці.

Кроки переробки ПЕТ-пляшок: сортування, переробка.

В Україні працюють фабрики, які переробляють пластикові пляшки в синтетичне волокно.



1. Спочатку пляшки подрібнюють на шредері (рис. 2.11), утворюючи пластівці (флекс).



**Рис. 2.10 - Сортовані пластикові пляшки готові до утилізації**

2. Флекс потрібно добре промити, для того щоб відмити від залишків харчових решток, клею та маленьких частинок етикеток.

3. Промивають водою, промивають содою, щоб повністю позбавитись забруднень.

4. Промитий флекс завантажують в центрифугу, де він просмажується на високій температурі.

5. Завантажують в цистерни, у яких ПЕТ-пляшка перетворюється на синтетичну нитку, відбувається це за рахунок нагрівання флексу та просування його через сито.

6. Далі нитка проходить кілька етапів промивання, збиваючи її після в один пучок.

7. Цей пучок добре просушують і скуйовджують між собою, отримують суцільне волокно.

8. Пресують у пакувальні тюки, щоб було зручніше перевозити до ткацьких фабрик, щоб зробити одяг та подушки.



**Рисунок 2.11 – Шредер**

В першому розділі вже було зазначено використання ПЕТ (пляшки для напоїв, косметика, миючі засоби та інше), даний вид пластику є найбільш розповсюдженим, але тара після використання стає відходами, які потрібно переробляти чи правильно утилізувати.

Більшість країн світу обрали для себе спосіб заохочувати людей до збору ПЕТ пляшок, наприклад, зворотні торгові автомати (рис 2.12), що повертають частину коштів за купівлю. Потрібно лише купити пляшку, випити всю воду, та на вході в супермаркет стоять автомати, в які потрібно здавати пусту тару, після чого отримати чек, який можна на касі віддати та отримати частину коштів. Коли автомати повністю заповнюються, то всі пляшки збираються, та направляються до сортувального центру. Пляшку потрібно ретельно очистити від сторонніх предметів (метал, поліетилен високої щільності). ПЕТ пляшки завжди розділяють на різні фракції за кольором: прозорий або безбарвний ПЕТ, ПЕТ синього кольору, зеленого та коричневого кольорів, а також в змішаній колірній гамі. Поява нових кольорів (таких, як бурштинове забарвлення пластикових пляшок пива) ще більше ускладнює процес сортування для переробної промисловості. При сортуванні окремо виділяється ПЕТ тара з-під олії [19].





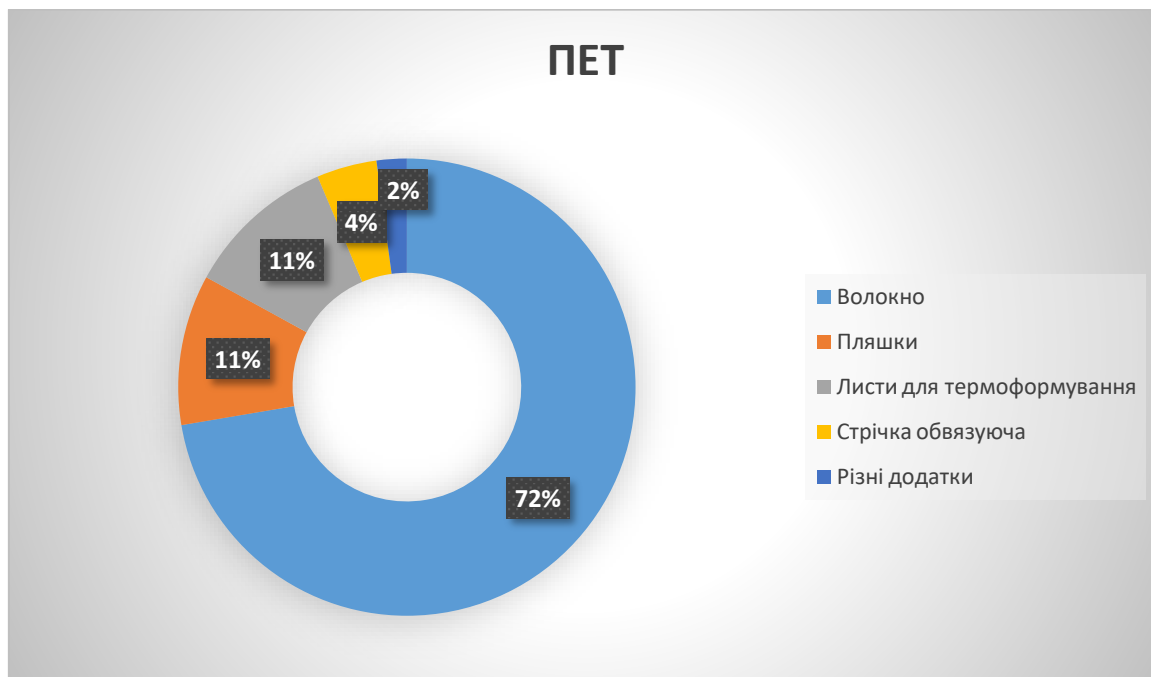
**Рисунок 2.12 - Зворотний торговий автомат для порожніх банок напою і ПЕТ-пляшки в супермаркетах Aldi, Німеччина**

Після відсортування пляшки пресують у тюки та пропонуються для продажу на переробні підприємства. До найбільш прибуткових належать безбарвний ПЕТ, а тара змішаних кольорів та з олії дає найменше прибутку.

Подальший процес переробки включає в себе подрібнення матеріалу на дрібні фрагменти, миття та сушіння. Ці фрагменти, як і раніше, містять залишки оригінального контенту, подрібнені паперові етикетки і пластикові ковпачки. Їх видаляють за допомогою різних технологічних процесів до початку дробління та під час процесів мийки та сушки, в результаті чого отримують чисті фрагменти ПЕТ (або «ПЕТ пластівці»). ПЕТ-пластівці використовують як сировину для цілого ряду продуктів, які інакше були б зроблені з поліестеру. Приклади включають поліефірні волокна (основний матеріал для виробництва одягу, подушок, килимів і т. д.), поліефірні листи, обв'язки (бандажна стрічка), або назад в ПЕТ-пляшки і ін [19].

У всьому світі приблизно 5,8 млн тонн ПЕТ були зібрані в 2009 році. Це дало 4,7 млн тонн пластику. 3,4 млн тонн були використані для виробництва волокна, 0,5 млн тонн для виробництва пляшок, 0,5 млн тонн для виробництва АРЕТ листів для термоформування, 0,2 млн тонн для виробництва обв'язочної

стрічки і 0,1 млн тонн для різних додатків, як це показано на рис. 2.13 [19].



**Рисунок 2.13 – Діаграма світових показників в 2009 році збору ПЕТ пляшок, та їх переробка**

### 2.2.2 Переробка HDPE

HDPE є широко перероблюваним пластиком. Після переробки на виході виходить матеріал з гіршими характеристиками, але з нього виходять столи, сміттєві контейнери, лінійки та інше. Головним представником є кришечки, які можливо переробити на лавки чи інші вуличні прикраси.

В Україні активісти за півроку зібрали кришечки від напоїв, щоб переробити їх в прикрасу для парку, та показати, що пластик може бути не сміттям, який забруднює навколишнє середовище, але й бути частиною парку.

В одному зі скверів в Києві встановили незвичайну клумбу з лавками – зображено на рис. 2.14. Лавку з клумбою виготовили з кришечок від пляшок, які Кияни приносили до сортувального центру. Активісти захотіли показати, що саме роблять з пластиковими кришечками, так як всі хто сортує сміття, та здає на переробку пластик, не знають, що далі з ним будуть робити. За півроку активісти зібрали тону пластикових кришечок, 6 тисяч штук ретельно було

відсортовано за кольором, подрібнили їх, та переплавили на міцні пластикові плити [21].



**Рисунок 2.14 – Лавка з клумбою з пластикових кришечок.**

Зазвичай пластик є лише сміттям, який забруднює сквери, набережні та клумби. Активісти показують, що пластик це не сміття, і в нього є друге життя, потрібно лише здавати його на переробку.

В своїх роботах також використовують дерево та метал, це потрібно, щоб забезпечити захист від вандалів, чи людей які за хочуть наприклад забрати собі додому стілець. Створення однієї конструкції обійшлося в 200 тисяч гривень. Кожна людина, яка захоче принести кришечки та зробити пластикові плити, може безкоштовно це зробити у майстерні «Україна без сміття» [21].

Поліетилен високої щільності низького тиску можливо переробляти у реактивне паливо. Процес виявився високоефективним, перетворивши до 90% пластику в рідке паливо та мастильні матеріали. За його допомогою також можна виробляти широкий спектр продуктів. За словами Лін, піроліз також може перетворити пластикові відходи на пальне протягом години, але для цього зазвичай потрібні високі температури, що перевищують 400 градусів Цельсія.

Натомість новий метод передбачає діапазон від 200 до 220 градусів Цельсія, що майже вдвічі менше. Але цей підхід є особливо перспективним не лише через швидкість процесу та низьку температуру, а ще й тому, що його можна застосовувати до різних видів пластмас, зокрема, до інших типів полімерів [20].

Проблемою для такого методу переробки пластикових відходів є те, що проблематично сортувати від інших відходів, це дорого та довго. В розробці ще є один метод, що дозволить розщеплювати полімери в змішаних пластикових відходах. Хочуть розробити послідовний каталітичний процес, який би міг обробляти змішані пластмаси, щоб фізично їх не розділяти [20].

### **2.2.3 Переробка LDPE**

Поліетилен низької щільності високого тиску, головним представником є поліетиленові пакети. Вони поширені в Україні, їх кількість заповнила всю територію, за рахунок своїм характеристикам (міцність, еластичність). Для повного розкладання пакетів потрібно близько 300–450 років, під час всього часу в атмосферу вивільняються шкідливі речовини. Пакети поліпшують життя, з ними зручно ходити в магазин чи на ринок. Але вони не вічні, та в 80% населення не використовують пакет знову, щоб сходити в магазин, максимум беруть його як пакет для сміття, та викидають. Такий спосіб несе за собою, засміченні пляжі, вулиці, парки та набережні. Мабуть кожний бачить чи бачив пакет із пакетами, накопичення не є методом боротьби з проблемою. Так як, такі люди все одно, ідуть в магазин та купують пакет, щоб знову поповнити свої запаси вдома.

Переробка з подальшим використанням така сама, як і інших видів пластикового сміття, а саме збирають старі поліетиленові пакети, подрібнюють до маленьких частинок вторинну сировину, піддають температурному впливу, розплавляючи його для формування поліетиленових гранул, та робляться нові предмети (пакети, нові упаковки).

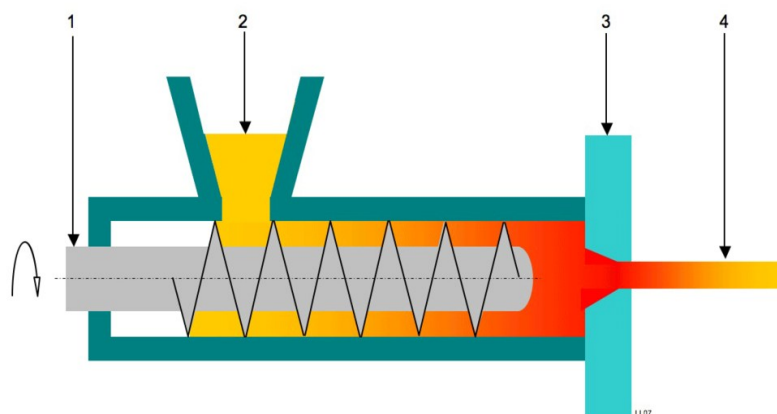
Але не забувайте, що поліетиленові пакети можна використовувати повторно, але не як тару для сміття, переробка вирішить частину проблеми

забруднення навколишнього середовища. Найкращий метод боротьби, це знайти заміник, наприклад пакети із кукурудзяного крохмалю, які можна компостувати.

### 2.2.4 Переробка РР

Поліпропілен використовується частіше, ніж інші види пластику, наздогнати зміг лише поліетилен. Характерною рисою поліпропілену є міцність, тому з нього виготовляють автомобільні деталі, медичні інструменти. Також використовують для харчових продуктів (дитяче харчування). Переробка така сама, як і в інших термопластів, поліпропілен можна розплавляти, перероблюючи його на гранули для подальшого виготовлення нових речей.

Також можна використовувати метод екструзії. Екструзія (виштовхування) – процес отримання виробів шляхом продавлювання (екструдуювання) матеріалу через формувальний отвір у матриці або серії матриць, процес зображений на рис. 2.15 [22].



1 — шнек (гвинт, черв'як); 2 - бункер з сировиною; 3 - матриця; 4 – продукт

**Рисунок 2.15 - Схема процесу екструзії**

Такий метод скоротить час переробки, так як процес закритий, і не потрібно все робити окремо.

Старі іграшки із позначкою 5, також можна переробляти звичним шляхом (гранули). В Україні поки не займаються цим, хоча старі іграшки можуть стати



новими меблями для дітей (рис. 2.16).

Компанія ecoBirdy, що знаходиться в Бельгії, виробляє меблі для дітей, використовуючи непотрібні пластмасові іграшки. Цей матеріал переробляють і з нього створюють стільці, столи та інші речі, які потім можна неодноразово повторно переробляти. Із пластмаси виготовляють 90% сучасних дитячих іграшок. Найчастіше термін їхньої служби складає всього 6 місяців, після чого вони ламаються або стають непотрібними та викидаються. 80% іграшок закінчують свій шлях на сміттєзвалищах, у сміттєспалювальних установках або навіть океанах. Одна пластикова іграшка містить стільки ж пластику, як і 500 кришок від пляшок [23].



**Рисунок 2.16 – Меблі для дітей із старих іграшок**

### **2.2.5 Переробка PS**

На жаль, вторинна переробка представників цього виду пластику майже неможлива, так як продукти розпаду забруднюють навколишнє середовище. Лише упаковки із йогуртів, сметани та одноразовий посуд для їжі на винос, можна переробити та здати в пункти прийому. Переробка така сама, подрібнення на шматочки, потім переплавка на гранули, та виготовлення нових речей. Під забороною переробки: соломинки для напоїв, одноразовий посуд, ватні палички, та інше. Також одноразовий посуд не потрібно, та не можна використовувати

повторно, так як виділяються отруйні канцерогенні речовини, що пошкоджують нервову, респіраторну та репродуктивну систему організму.

Спалювати також не можна, при високих температурах вірогідність, що людина потрапить з отруєнням до лікарні майже 100%. Використання одноразового посуду несе за собою забруднення водоймищ, розпадаючись з часом цілі тарілки, ложки, соломинки перетворюються на мікропластик, який потрапляє в шлунки морських мешканців. В Європейських країнах вже відмовились від цього виду пластику, щоб їх міста не перетворились на звалища соломинок, тарілок, виделок на ложок. Навіть «паперові» стаканчики, не є екологічно чистими, так як складаються 60% з пластику.

Соломинки потрапили в топ-10 найрозповсюдженіших видів пластику на пляжах, тоді як, переробляти їх не має можливості. Близько 8,7 мільярдів соломинок потрапляють в світовий океан, та дрейфують від берега до берега, чи скупчуються в пластикових плямах. На ринку вже існує альтернативи, якими можна замінити, ними стали паперові, яблучні соломинки чи металеві (але їх потрібно після кожного використання дезінфікувати).

Краще взагалі уникати цей вид пластику, переходячи на альтернативи, можна забезпечити собі безпеку.

### **2.3 Обґрунтування вибору найбільш доцільного для утилізації виду пластику**

На мою думку найбільш доцільно буде переробляти ПЕТ – пластик. Він найбільш розповсюджений, та його кількість в Україні колосальна. За рахунок терміну розпаданя в природі, пластикові пляшки стали номером один, і саме з ними потрібно боротися. Майже кожний вид пластику потребує правильної переробки.

ПЕТ-пляшки краще не використовувати багато разів, а краще потурбуватися про їх переробку, дізнатися куди, а головне кому їх здавати. Найлегший спосіб – це просто викинути в сміттєвий бак та думати, що саме ця

пляшка із полігону надійде до пункту сортування. Складніший спосіб, і найбільш правильний – власноруч знайти пункт прийому вторсировини, зібрати всі свої запаси пляшок та віднести на переробку. Головне потурбуватися про чистоту тари, позбавити її від етикетки та кришечки. Частіше на території України не потрібно мити тару та знімати етикетки.

Чому саме ПЕТ-пляшки:

- Потреба в їх утилізації, але навіщо викидати, коли можна переробити.
- Час розкладання – більше 400 років.
- Вигідна по всім напрямкам, починаючи від зменшення кількості забруднення навколишнього середовища, до заробітку на вторсировині.
- Великий вибір переробки на нові речі.
- Різновид виробів із вторсировини (одяг, взуття, подушки, каналізаційні труби).
- Прозорість, легка вага, невисока ціна.

Україна не так давно почала використовувати ПЕТ-пляшки як вторинну сировину. Всього 10 компаній займається виробництвом нових товарів з переробленої сировини. Практично немає підприємств, які б використовували ПЕТ-тару як вторинну сировину для виробництва тканинного синтетичного волокна (зображено на рис. 2.17), хоча попит на цей матеріал стає дедалі більше [24].

Взагалі пляшки є пластиком, що найбільш перероблюється у світі. Метод Флекс широко використовується в Україні. Найдорожчий є прозорий флекс, з якого роблять волокно.

На другому місці – лиття під тиском, в результаті якого формують гранули, роблять з них решітки радіатора, покриття для підлоги (зображено на рис. 2.17).





**Рисунок 2.17 – Необхідна кількість ПЕТ-пляшок для виробів з вторсировини**

На третьому місці екструзія, за рахунок температури, видують нові заготовки для різних речей, починаючи від нової пляшки до багат шарової плівки.

Також є мінуси переробленої пляшки:

- Низька ударна в'язкість.
- При високих температурах ( $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) піддається впливу кетонів, ароматичних і хлорованих вуглеводнів і розбавлених кислот.
- Піддається впливу лугів.

Використана і не потрібна ПЕТ-пляшка, а також флекс-сировина з неї – це майбутні пластикові меблі або пластмасові ящики, тротуарна плитка, цегла для бордюру, труби, спорттовари, тканини, неткані матеріали softplast, faibplast, синтепон, килими, плінтуси, і навіть постільна білизна. Крім цього, з пляшок або пластівців (флекс) виготовляють промислові стрічки для фіксації вантажів [24].

Зараз в Україні замінюють каналізаційні люки старого зразка на нові, які зроблені із ПЕТ-пляшки (полімерпісчани), вони набагато кращі, ніж звичні металеві, так як не піддаються корозії, теплостійкі та морозі не зазнають

уражень. Також на відміну від старих люків, пластикові можуть мати різний колір, та не втрачають кольоровості з часом.

ПЕТ є дивно енергоефективним пакувальним матеріалом, вплив на навколишнє середовище якого дуже вигідно відрізняється від скла, алюмінію та інших матеріалів для тари. Хоча вихідна сировина ПЕТ виробляється з нафти і природного газу, під час переробки використаної пляшки на ПЕТ-сировину, а також при виробництві нових матеріалів – економиться приблизно 40% енергії [24].

## **2.4 Розробка рекомендацій щодо удосконалення системи поводження з відходами ПЕТ в Україні**

Щорічно в Україні потрапляють на полігони, сміттєзвалища, на переробні станції 8,3 млн. тонн пластикових пляшок, щороку кожний українець використовує 500 ПЕТ-пляшок, із всіх відходів 81,2% не переробляються. Чому саме так? В Україні працюють лише 22 сортувальні станції, на які поступають не лише пластикові пляшки, але і все інше (папір, метал, скляні пляшки) [25].

Функціонують також 28 переробних заводів, які приймають пластик, для подальшої роботи з ним. В Києві і Київській області, Одесі, Полтаві, Запоріжжі, Львові, Білій церкві, Миколаєві, та інших містах [25].

Популярні методи для переробки: флекс, лиття під тиском, екструзія (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Популярні методи для переробки ПЕТ

Метод переробки	До переробки	Кількість перероблених пляшок
Флекс	8,3 млн. тонн	80 тисяч тонн
Лиття під тиском	8,3 млн. тонн	214 тисяч тонн
Екструзія	8,3 млн. тонн	350 тисяч тонн

Мабуть в кожного вдома є одна, дві або більше пляшок (пляшка з водою

чи з іншими напоями). За рахунок малої ціни, населенню вигідніше придбати кожного разу нову пляшку з водою. Переробкам в Україні зовсім на низькому рівні, частину пластикових пляшок відправляють в інші країни як сировину, маленьку частину переробляють в нас в країні, причому 18 фірм переробляють ПЕТ-пляшки на гранули, а інші 10 – на синтетичне волокно.

Стимулювання населення України збільшить показники переробки ПЕТ-пляшки. Щоб вмовити людину, яка все своє життя не сортувала сміття, та взагалі не розуміє, що з її сміття можна зробити новий пластик, потрібно декілька етапів.

*Перший етап* – інформаційний, потрібно розказати, як саме сортувати сміття, підготовлювати пластик до переробки, показати місця збору ПЕТ-пляшок. В Україні є в кожному місті локації, де можна здати на переробку пластик, це може бути, наприклад, смітцева урна біля супермаркету, як показано на рис. 2.18 («Сільпо», «METRO», «NOVUS»).



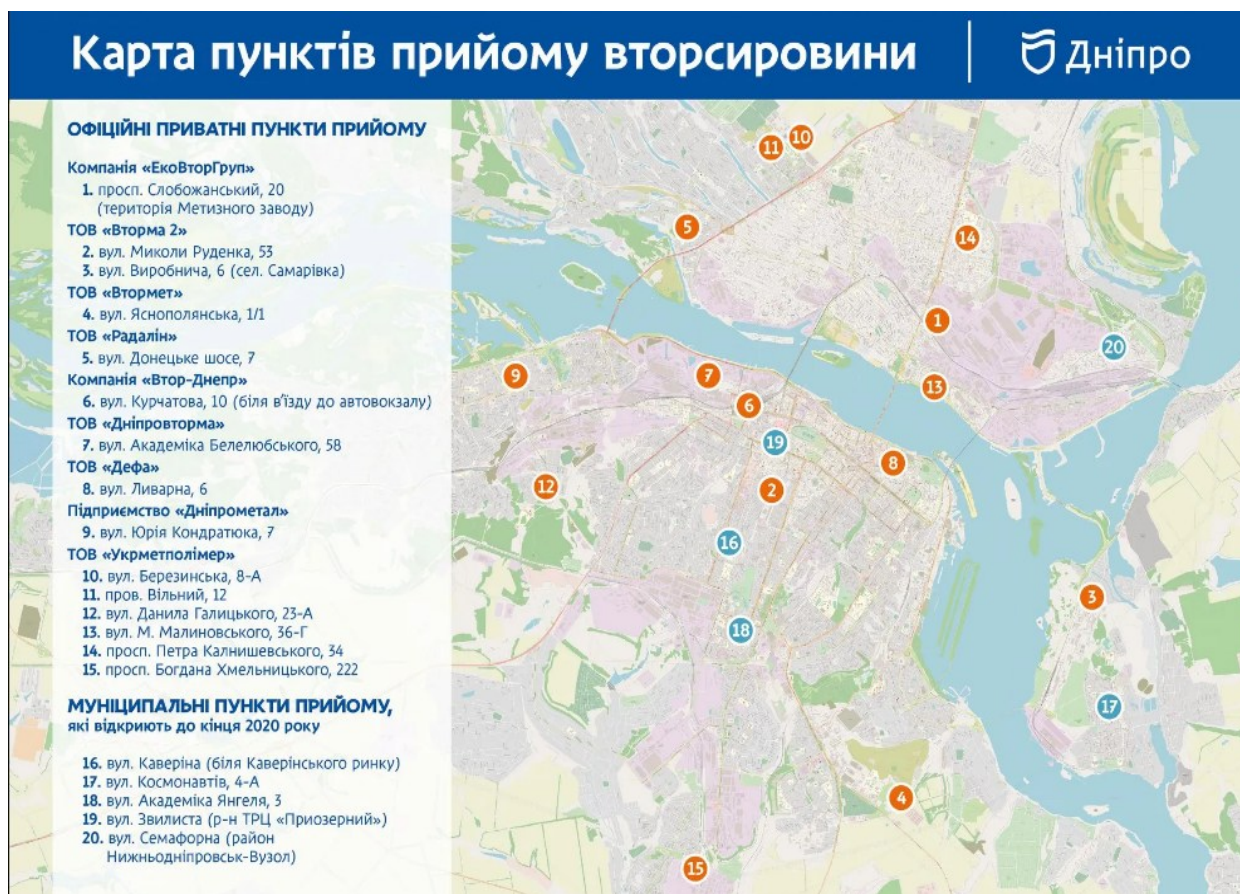
**Рисунок 2.18 – Роздільні смітцеві урни**

Після наповнення ПЕТ-пляшки відправляються до переробних станцій в містах. В правилах супермаркетів вказано, що вони не можуть відправити



пластик, якщо в пакеті буде інші види сміття, в таких випадках весь вміст відправиться на полігон. Тому потрібно інформаційно доносити до людей, щоб були уважними до таких тонкощів.

Також є пункти прийому вторсировини, куди також можна здавати ПЕТ-пляшки, такі пункти в місті Дніпро наведені на рис. 2.19.



**Рисунок 2.19 – Пункти прийому вторсировини в місті Дніпро**

*Другий етап* – заохочування, стимулювання матеріально, найчастіше ПЕТ-пляшки викидають на полігони, а якщо до населення донести інформацію, що їх пляшка може стати кофтинкою, меблями, каналізаційними люками. Або взяти за основу європейський підхід, поставити автомати, які будуть приймати ПЕТ-пляшки, та видавати чеки, на які потім можна купити щось ще, або на касі можна забрати гроші.

Деякі магазини в Києві, Дніпрі та Харкові обмінюють бали лояльності на пластик. 100 балів лояльності – це 1 гривня, тоді як один кілограм пластику в таких магазинах буде коштувати 500 балів, згодом бали можна обміняти на

продути, або продовжувати накопичувати, щоб брати участь у конкурсах на техніку [26].

*Третій етап* – закріплення інформації та пояснення, що потрібно взагалі відмовитися від пластику та перейти на альтернативи. Кожний пластик має свою кількість разів переробки, один, два, три рази, після чого стан пластику стає неможливим для подальшого використання. Тому потрібно поступово вчити населення, що потрібно всі свої запаси здати на переробку, та більше не використовувати його в звичній формі.

Що саме можна зробити з ПЕТ-пляшки:

- Форма: футбольна, військова, кросівки – 5-25 пляшок;
- Каналізаційний люк – 40-55 пляшок;
- Меблі (домашні, вуличні) - 200-1000 пляшок ;
- Тротуарна плитка – 1 тонна пляшок;
- Білизна – 50 пляшок;
- Нові пляшки – 1-2 пляшки;
- Інше.

У таблиці 2.2 наведені орієнтовні підрахунки очікуваного результату впровадження даних рекомендацій щодо переробки ПЕТ для двох випадків: якщо 50% населення буде здавати на переробку ПЕТ-пляшки та якщо цей показник дорівнюватиме 75%. Згідно з проведеними розрахунками, найбільш ефективним методом переробки ПЕТ є екструзія (механічний рециклінг) (табл. 2.2). Саме екструзією, за результатами розрахунків, можна переробити **6 312 500 тонн** пластику.

Отже, щоб сформувати країну, яка ЕСО-свідома, потрібно відмовитися від пустого використання пластику, бачити у ньому вторсировину, а не сміття.

Проблема пластикових відходів в Україні – це відсутність методів його утилізації, лише 3% перероблюються, все інше потрапляє на полігони та сміттєзвалища.

Таблиця 2.2 – Розрахунок очікуваного результату впровадження розроблених рекомендацій щодо переробки ПЕТ

Метод переробки	Кількість перероблених пляшок на рік до впровадження рекомендацій	Кількість перероблення пляшок на рік після впровадження рекомендацій	
		якщо 50% населення буде здавати ПЕТ-пляшки на переробку	якщо 75% населення буде здавати ПЕТ-пляшки на переробку
Флекс	180 тисяч тонн	4,1 млн тонн	6,1 млн тонн
Лиття під тиском	214 тисяч тонн	4,04 млн тонн	6,06 млн тонн
Екструзія	350 тисяч тонн	3,98 млн тонн	5,96 млн тонн

Проста заборона пластику не виправить ситуацію, навіть більш розвинені країни не відмовляються повністю від пластику, тому що розуміють, як правильно утилізувати, переробляти та користуватися ним знов. На мою думку, проблема не в самому пластику, чи в кількості його в супермаркетах, на полігонах, чи сміттєзвалищах, його зовсім не було б, якщо споживачі пластику не викидали його на сміття. Більша частина населення України не сортує сміття, щоб відсортований пластик віднести на пункти прийому вторсировини. Для когось це дорого та не практично, інші зовсім не розуміють, як правильно відсортовувати своє сміття, щоб не пропустити пластик на полігони.

## ВИСНОВКИ

Пластик – це універсальний, довговічний матеріал, який широко використовується з ХХ ст. завдяки його фізико-хімічними властивостями, що забезпечує міцність, легкість і тривалий термін експлуатації. Щоб зникнути пластику, знадобиться від 70 до 450 років [1]. На сьогоднішній день перший пластик міг взагалі не розкластись, так як пройшло 167 років, від року його винайдення.

Пластикове сміття можна знайти всюди – на землі (полігони, звалища), в морі (у вільному плаванні, маленькими шматочками в шлунках морських мешканців) й навіть глибоко на дні океану. Найбільш отруйний та найбільш небезпечний для здоров'я вид пластику полівінілхлорид, PVC або ПВХ, при спалюванні якого утворюється високотоксичні хлорорганічні сполуки.

Спалювання пластику нічого окрім шкоди не приносить. Температура згорання недостатня, щоб пластик повністю згорів, тому залишки пластику разом з димом забруднюють атмосферне повітря, тим самим зашкоджуючи навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Світовий океан також страждає від пластикового сміття, незаконне скидання сміття в океани, стихійні лиха та необачність людей, які відпочивають біля водойм, призвело до загибелі живих організмів. Ґрунти першими отримують частку забруднення від пластика, під дією сонячних променів, виділяються шкідливі речовини, що сповільнюють ріст та розвиток рослин, або взагалі вбивають їх. Рослини, які піддалися впливу, згодом будуть частиною раціону тварин, що стане причиною смерті чи хвороби.

Природоохоронці в Чорному морі зафіксували, що побутовий пластик складає 83% від сміття. Щорічно близько 8,3 млн тонн пластикових пляшок потрапляє на полігони, сміттєзвалища, водойми.

Взагалі пляшки є пластиком, що найбільш перероблюється у світі. Метод Флекс широко використовується в Україні. Найдорожчий є прозорий флекс, з якого роблять волокно. На другому місці – лиття під тиском, в результаті якого формують гранули, роблять з них решітки радіатора, покриття для підлоги. На третьому місці екструзія, за рахунок температури, видують нові заготовки для

різних речей, починаючи від нової пляшки до багатошарової плівки.

На мою думку, найбільш доцільно буде переробляти ПЕТ – пластик. Він найбільш розповсюджений, та його кількість в Україні нескінчена. За рахунок терміну розпадання в природі, пластикові пляшки стали номером один, і саме з ними потрібно боротися. Різноманітність виробів із пластикових пляшок дозволяє розширити ринок продажу, замінюючи речі з неякісного матеріалу (недовговічного), на якісні (довговічні).

Поінформованість про небезпечні для здорових речей необхідна на кожному робочому місці. Важливо, щоб кожен, хто може зіткнутися із цими типами небезпечних матеріалів на робочому місці, знав про ризики і про те, як убезпечити себе від шкідливих речовин. Головне вести контроль за речовинами, що використовуються при знезараженні пластикових пляшок. Небезпечні речовини, можуть потрапляти в організм різними шляхами - від вдихання до їжі, яку ми їмо на роботі. Тому важливо, щоб будь-які небезпечні речовини не знаходилися в місцях, де можуть бути продукти харчування та напої. Це запобігає або адекватно знижує ризик забруднення. Надзвичайно важливо мити руки, щоб видалити шкідливі речовини, які можуть бути на них перед їжею, щоб уникнути їх вживання.

Щороку кожний українець використовує 500 ПЕТ-пляшок, із всіх відходів 81,2% не переробляються. Дослідивши методи переробки відходів пластику, дійшли висновки, що саме екструзією, за результатами розрахунків, можна переробити **6 312 500 тонн** пластику, що значно скоротить кількість пластику на полігонах, сміттєзвалищах. Щоб досягти такого результату, потрібно стимулювати людей здавати пляшки на переробку, щоб згодом взагалі відмовитись від пластику, замінивши його на альтернативи. Весь пластик, що буде перероблений, можна використовувати в різних сферах. Проблеми з пластиком взагалі не буде, якщо як найбільше людей буде здавати на переробку пластикові відходи.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пластмаси. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B8> Загол. з екрана.
2. Пластикова епідемія: рух на знищення планети. Чи можливо ще запобігти наближенню екологічної катастрофи? URL : <https://ecolog-ua.com/news/plastykova-epidemiya-ruh-na-znyshchennya-planety-chy-mozhlyvo-shche-zapobigty-nablyzhennyu> Загол. з екрана.
3. Типи пластику, які використовують у пакувальних матеріалів. URL : <https://7promeniv.com.ua/vidkhody/vtorresursy/198-plastyk/1854-vydy-plastyku-markuvannia.html> Загол. з екрана.
4. Бісфенол А.  
URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%81%D1%84%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BB\\_%D0%90](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%81%D1%84%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BB_%D0%90) Загол. з екрана.
5. Є.О. Михайлова Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. 2020. УДК 502.1/504.5. с. 109–111.
6. Чим небезпечний пластик для довкілля? URL: <https://ecogrizzly.shop/dangerous-plastic/> Загол. з екрана.
7. Альона Савчук. Виробляти менше: як врятувати планету від пластику. 2020. С. 1–20.
8. Майбутнє без поліетилену: чи можливо? <http://solvetpv.lviv.ua/majbutnye-bez-polietylenu-chy-mozhlyvo/> Загол. з екрана.
9. Пластик – екологічна проблема людства. URL: <https://oleshynska-gromada.gov.ua/news/1557128423/>
10. Костянтин Яловой. Когда мусорные полигоны отправят на свалку истории? 2020. С. 1–5.
11. Пластик, прощай: як Європа готується до екологічної революції URL: <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2019/10/30/7102408/> Загол. з екрана.
12. Як Німеччина боротиметься проти пластикового сміття URL:

<https://cutt.ly/zJdPueH> Загол. з екрана.

13. Наш любимый пластик: использование и переработка бутылок из ПЭТ в Японии URL: <https://www.nippon.com/ru/japan-data/h00401/> Загол. з екрана.

14. Брасор, Філіп (2019-07-06). «Японію чекає важка битва за зменшення споживання пластику». The Japan Times. Отримано 2020-07-20.

15. Фермент для перероблення пластикового сміття URL: <https://hromadske.ua/posts/v-yaponii-vypadkovo-stvoryly-ferment-shcho-ruiniue-plastykove-smittia>

16. Американський стартап перетворює пластик на будівельний матеріал URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-yakisne-zhyttia/3391447-amerikanskij-startap-peretvorue-plastik-na-budivelnij-material.html> Загол. з екрана.

17. Переробка пластику URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0\\_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83#cite\\_note-HardestyWilcox-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83#cite_note-HardestyWilcox-1) Загол. з екрана.

18. Види пластика для вторинної переробки URL: <https://tisprofile.com/info/novini/vidy-plastika-dlja-vtorichnoj-pererabotki> Загол. з екрана.

19. Переробка ПЕТ-пляшок URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0\\_%D0%9F%D0%95%D0%A2-%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%88%D0%BE%D0%BA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%9F%D0%95%D0%A2-%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%88%D0%BE%D0%BA) Загол. з екрана.

Поліетилен високої щільності низького тиску URL: <https://www.unian.ua/science/v-ssha-naukovci-navchilisya-pereroblyati-plastik-u-reaktivne-palivo-novini-11426083.html> Загол. з екрана

21. Рауендааль К. Экструзия полимеров: Экструзионное оборудование. Анализ процесса. Практические приложения / К. Рауендааль; Пер. с англ. А. Я. Малкина. – 4-е изд. – СПб.: Профессия, 2008. – 768 с. – ISBN 978-5-93913-102

22. Старі дитячі іграшки перетворюються на нові меблі: ecoBirdy URL: <https://www.epochtimes.com.ua/dobri-novyny/stari-dytyachi-igrashky->

[peretvoryuyutsya-na-novi-mebli-ecobirdy-video-128491](https://www.vtorma.ua/ua/vikoristannya-pet-sirovinu-dlya-virobnitstva-pererobnikiv/) Загол. з екрана

23. 5 причин використовувати ПЕТ сировину для виробництва нової продукції URL: <https://www.vtorma.ua/ua/vikoristannya-pet-sirovinu-dlya-virobnitstva-pererobnikiv/> Загол. з екрана

24. Сортування сміття в Україні: як це працює і чи працює взагалі URL: <https://ecofactor.ua/blog/sortirovka-musora-ukraina> Загол. з екрана

25. Заробток на мусорі: как пустые бутылки могут приносить доход URL: <https://economics.segodnya.ua/economics/enews/zarabotok-na-musore-kak-pustye-butytki-mogut-pronosit-dohod-1335050.html> Загол. з екрана

26. Пожежна безпека на підприємстві: правила та організація URL: <https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpriemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/> Загол. з екрана