

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 магістр

студента Бовсуновського Владислава Миколайовича
(ПІБ)
академічної групи 183М-20-1П
(шифр) (шифр)
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту
навколишнього середовища»
на тему «РОЗРОБКА НАПРЯМІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ
УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Борисовська О.О.		
розділів:			
Теоретичного	Борисовська О.О.		
Дослідного	Борисовська О.О.		
Технологічного	Борисовська О.О.		
Охорони праці	Чеберяко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачка кафедри
ЕТЗНС

«__» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студенту Бовсуновському В.М. академічної групи 183м-20-1 ІІІ
 (прізвище та ініціали) (шифр)
 спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
 за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища
 на тему «РОЗРОБКА НАПРЯМІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 08.12.2021 р. №1032-с
 (наводиться наказ, яким затверджено тему кваліфікаційної роботи)

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Виконати аналіз літератури з проблеми утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак	11.10.21 – 07.11.21
Дослідницький	Виконати дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак та експериментальні дослідження властивостей цієї упаковки	08.11.21 – 05.12.21
Технологічний	Запропонувати заходи щодо безпечної утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак	06.12.21 – 02.01.22
Охорона праці	Проаналізувати шкідливі і небезпечні виробничі фактори на підприємстві та подати інженерно-технічні заходи боротьби з ними. Розглянути вимоги безпеки при експлуатації обладнання.	03.01.21 – 09.01.22
Економічний	Розрахувати капітальні і експлуатаційні витрати запропонованого способу утилізації відходів	10.01.22 – 16.01.22

Завдання видано

Борисовська О.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 11.10.2021 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: 17.01.2022 р.

Прийнято до виконання

Бовсуновський В.М.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 100 сторінок, 29 рисунків, 3 таблиці, 5 додатків, 38 літературних джерел.

У вступі розглянуто проблему утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак, її актуальність в реаліях України, наведені мета, об'єкт та предмет дослідження.

В теоретичному розділі виконаний огляд літератури щодо існуючих темпів виробництва, використання дой-пак упаковки, її особливості та переваги, екологічні наслідки використання дой-пак упаковки.

В дослідницькому розділі наводяться результати досліджень асортименту упаковки дой-пак в мережах супермаркетів України. Наведені результати з досліджень властивостей при переробці полімерної упаковки дой-пак.

У технологічному розділі наведені основні напрямки утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак. В ході дослідження прийняте рішення по утилізації дой-пак з актуалізацією на сьогодні.

У розділі «Охорона праці» розглянуті небезпечні фактори при переробці дой-пак упаковки, запропоновані правила та умови для персоналу при роботі на обладнанні з переробки дой-пак упаковки.

В економічному розділі проводиться розрахунок витрат на встановлення та обслуговування обладнання для функціонування вибраного методу утилізації упаковки дой-пак, а також її економічна ефективність.

У висновках показані головні результати кваліфікаційної роботи.

ВІДХОДИ, БАГАТОШАРОВА КОМБІНОВАНА УПАКОВКА ДОЙ-ПАК, ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА, ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ, РЕЦИКЛІНГ, УТИЛІЗАЦІЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК.....	9
1.1 Світові тенденції виробництва, використання, переробки та утилізації полімерної упаковки.....	9
1.2 Основні особливості, переваги та недоліки комбінованої полімерної упаковки дой- пак.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
1.3 Екологічні наслідки використання комбінованої полімерної упаковки дой- пак.....	Ошиб
ка! Закладка не определена.	
1.3.1 Втрата цінних матеріальних ресурсів та забруднення довкілля при спалюванні комбінованої полімерної упаковки дой-пак.....	19
1.3.2 Забруднення довкілля при захороненні комбінованої полімерної упаковки дой-пак на полігонах.....	21
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК.....	26
2.1 Дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак в Україні	26
2.2 Дослідження фізичних, механічних та термічних властивостей комбінованої полімерної упаковки дой-пак	28
2.3 Дослідження властивостей полімерпідшаної суміші з додаванням комбінованої полімерної упаковки дой-пак.....	35
2.4 Висновки з дослідження полімерної упаковки типу дой-пак.....	41
3 РОЗРОБКА НАПРЯМІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК.....	42

3.1	Можливі шляхи утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак.....	42
3.1.1	Хімічна переробка комбінованої полімерної упаковки дой-пак на основі розділення ПЕ та алюмінію	44
3.1.2	Піроліз комбінованої полімерної упаковки дой-пак.....	50
3.1.3	Технологія переробки комбінованої полімерної упаковки дой-пак CreaSolve®.....	54
3.2	Інші напрями вирішення проблеми утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак.....	58
3.2.1	Використання переробленого пакування дой-пак та інших видів полімерів при будівництві доріг з асфальту.....	61
3.3	Розширена відповідальність виробників.....	66
3.4	Прийняття ефективного технологічного рішення щодо утилізації комбінованої полімерної упаковки	75
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		78
4.1	Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.....	79
4.2	Пожежна безпека.....	80
4.3	Засоби індивідуального захисту та виробнича санітарія.....	81
4.4	Вимоги безпеки при виконанні робіт на обладнанні для переробки полімерів.....	82
4.5	Медичне обслуговування персоналу.....	83
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ		84
5.1	Розрахунок капітальних витрат.....	84
5.2	Розрахунок експлуатаційних витрат.....	84
5.3	Розрахунок економічного ефекту від впровадження обладнання з переробки дой-пак.....	86
5.4	Розрахунок терміну окупності.....	87
ВИСНОВКИ.....		88

	6
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	90
Додаток А.....	94
Додаток Б.....	97
Додаток В.....	98
Додаток Г.....	99
Додаток Д.....	100

ВСТУП

Актуальність теми.

На сьогоднішній день одною з головних проблем людства є глобальне потепління та забруднення всіх екосистем планети різноманітними відходами. Україна не є виключенням з цієї тенденції. За офіційними даними кожного року українці викидають більше 10 млн тон сміття, тобто приблизно 300-400 кг на кожного нашого мешканця. Не малу частину цих відходів складає пластикове пакування. На сьогоднішній день близько 5 % всього сміття в Україні переробляється.

Мета роботи та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є розробка напрямів утилізації комбінованої полімерної упаковки типу дой-пак в умовах України.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак.
2. Дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак та експериментальні дослідження властивостей цієї упаковки.
3. Розробка напрямків утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак.
4. Розробка заходів з охорони праці при впровадженні запропонованих рішень.
5. Розрахунок економічної ефективності впровадження розроблених технічних рішень.

Об'єкт досліджень – комбінована полімерна упаковка типу дой-пак.

Предмет досліджень – властивості комбінованої полімерної упаковки дой-пак та технології її переробки.

Апробація результатів магістерської роботи.

Апробація роботи проводилась на 8-й секції (Екологічні проблеми регіону) ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ» За результатами розробки надруковано тези

доповіді:

Публікація:

Дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак в Україні / Бовсуновський В.М., Борисовська О.О. // Молодь: наука та інновації: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 11–12 листопада 2021 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – С. 151-153.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК

1.1 Світові тенденції виробництва, використання, переробки та утилізації полімерної упаковки

Перші синтетичні типи пакування почали впроваджуватись масово на ринок з 1950-х років минулого століття і вони дуже швидко перевищили по об'єму виробництва та застосування інші штучні, синтетично виготовлені матеріали. Суттєво на це вплинуло зростання рівня життя, перехід від багаторазового пакування до одноразового. За свою історію людство вже виробило більше 8 млрд тон пластику, 6.5 млрд з цього об'єму припадають на сміття. При цьому більше 95 % полімерного пакування відправляються на сміттєві полігони в перший рік свого «життя».

Пластикове забруднення по своїм масштабам та наслідкам стає все більш загрозливим. Однак інформації з цієї теми все ще недостатньо, особливо про долю пластику, який більше не використовується і потрапив навколишнє середовище де перетворився на сміття. Тому перший всеосяжний аналіз всіх пластмас, що коли-небудь надійшли в масове виробництво, зроблений Роландом Гайер Дженна Р. Джамбеком і Карою Лаванда Лоу і опублікований у «Science Advances» 19 липня 2017 року, особливо важливий для розуміння поточної ситуації. За даними дослідників, на сьогодні вироблено 8 300 мільйонів т пластмас з первинної сировини. Станом на 2015 рік вироблено близько 6 300 мільйонів т пластикових відходів. За збереження нинішніх тенденцій виробництва та переробки відходів до 2050 року у навколишньому середовищі та на звалищах виявиться 12 000 мільйонів т пластикових відходів. Ця кількість включає світові дані з виробництва, використання та утилізації полімерів, і в нього входять в основному такі полімери, що часто використовуються: поліетилен (PE) високої і низької щільності, лінійний поліетилен середньої щільності, поліпропілен (PP), полістирол (PS), полівінілхлорид (PVC),

поліетилентерефталат (PET) та поліуретанові смоли; поліестер, поліамід та акрилові (РА) волокна (синтетичні тканини). Сюди, як ви бачите, потрапили полімерні смоли та добавки, які використовуються для покращення властивостей пластику, вони становлять близько 3/4 всіх добавок. За 65 років світове виробництво пластику та синтетичних волокон збільшилося у 190 разів: з двох мільйонів т на рік 1950-го до 380 мільйонів т на 2015 рік.

За останні 13 років вироблено близько половини всіх смол та пластикових волокон, тобто стільки, скільки до цього за 50 років! Сьогодні на частку Китаю припадає 28 відсотків світового виробництва смол та 68 відсотків виробництва синтетичних волокон (тканин). Пластмаси, отримані на основі біологічної сировини (біорозкладаються), виключені з цього числа, тому що загальносвітовий обсяг виробництва таких пластмас становить лише чотири мільйони т.

Близько 42 відсотків усіх неволокнистих пластмас використовується сьогодні для упаковки. Упаковка в основному виготовляється з поліетилену, поліпропілену та ПЕТ. І більшість таких пакувальних пластиків викидається в той же рік, коли вони були виготовлені. Наприклад, тільки в 2015-му році зі 146 мільйонів т упаковки понад 141 мільйон стали відходами – це 96 відсотків! 19 відсотків неволокнистих пластмас йде на будівельний сектор, в якому використовується 69 відсотків всього ПВХ. На відміну від упаковки, у будівництві пластики були виготовлені давно, але використовуються десятиліттями [1].

За даними галузевої федерації PlasticsEurope, світове виробництво пластмас впало до 367 млн. т минулого року(2020) з 368 млн. у 2019 році — таким чином зниження становило 0,3%. Світове виробництво пластику у 2020 році знизилося через пандемію коронавірусу лише втретє після Другої світової війни, але не було значним, повідомляє AFP [2]. За даними організації, у Європі виробництво пластику минулого року знизилося на 5,1% до 55 млн. т. У Китаї – єдиному ринку у світі – виробництво пластику навіть зросло на 1% і продовжує зростати досі, зазначає PlasticsEurope. За

підрахунками федерації, в автомобільному секторі, одному з найбільших споживачів галузі, споживання пластику в Європі 2020 року впало на 18%. Вперше зниження виробництва було зафіксовано у 1973 році внаслідок нафтової кризи, вдруге – після фінансової кризи 2008 року. Таким чином, нинішнє зниження виробництва відбувається вперше за 12 років. Західні країни при цьому продовжують послідовно знижувати виробництво пластику — якщо у 2010 році на країни ЄС, Велику Британію та Швейцарію припадав 21% від загального обсягу пластику у світі, у 2020 році цей показник знизився до 15%.

Після приходу в наше життя пандемії через корона вірусну хворобу COVID-19, негативним наслідком також є також нарощування виробництва та використання одноразових рукавичок, масок, медичного пластику а також пакування. Наприклад сипучі продукти такі як печиво та крупи почали додатково фасувати та пакувати в пластик, аби зменшити потенційний контакт з інфікованими людьми на COVID-19 в мережах супермаркетів.

Існує три основні способи поводження з непотрібним пластиковим пакуванням.

По-перше, пластикове пакування може бути перероблене на вторинний матеріал. Переробка відкладає, але вирішує проблему пластикового сміття. Вона скорочує можливе виробництво пластикових відходів, тільки якщо замінює виробництво первинних пластмас. Проте це заміщення надзвичайно складно встановити через його суперечливу природу. Крім того, при забрудненні та змішуванні різних типів полімерів виходять вторинні пластмаси з обмеженою або низькою матеріальною цінністю. За останні 65 років лише дев'ять відсотків пластиків перероблено, з них лише 10 відсотків було перероблено більше одного разу. По-друге, пластмаси та пакування з них можуть бути термічно знищені. Незважаючи на те, що розвиваються нові технології, такі як піроліз, який відокремлює паливо від пластику, фактично весь термічний розпад – це спалювання (з або без отримання палива). Вплив сміттєспалювальних станцій на здоров'я та довкілля значною мірою залежить

від технологій контролю викидів, так само, як і від конструкції, експлуатації установок для спалювання відходів. За останні 65 років близько 12 відсотків пластиків спалено. Решта – і це третій сценарій – було просто викинуто і потрапило на звалища. Це найбільш небажаний варіант, тому що на звалищах під впливом сонячного світла та вітру полімери перетворюються на мікропластик, що забруднює природні системи. До 1980-го року обсяги переробки та спалювання пластмас були мізерно малі. На даний момент найвищий відсоток переробки в Європі (30 відсотків) та Китаї (25 відсотків), водночас у США цей показник незмінно залишається на рівні дев'яти відсотків із 2012 року. У Європі та Китаї обсяги спалювання з часом збільшилися, досягнувши 40 та 30 відсотків відповідно. У США обсяги спалювання досягли піку в 21 відсотків у 1995 році, перш ніж опуститися до 16 відсотків у 2014-му, водночас обсяги переробних відходів збільшилися. У цьому обсяги вироблених відходів у період залишалися незмінними. Дані щодо утилізації відходів 52 інших країн говорять про те, що у 2014 році в іншому світі показники переробки та спалювання аналогічні показникам США. Сьогодні текстильні (волокнисті) вироби у світі практично не переробляються, відповідно їх швидше спалюють або викидають разом з іншими твердими відходами. Факт залишається фактом: за останні 65 років пластмаси значно випередили будь-які інші промислові матеріали за обсягами виробництва. Довговічність і стійкість до розкладання - властивості, що роблять пластмаси такими універсальними для застосування, грають злий жарт з навколишнім середовищем - вони не можуть просто так розчинитися в природі. Таким чином, без добре продуманого плану утилізації пластмас та пластикового пакування люди проводять єдиний неконтрольований експеримент глобальних масштабів, в якому мільярди тонн пластику накопичуватимуться у всіх основних наземних і водних екосистемах планети. І для того, щоб цей експеримент не виявився надто небезпечним, бажано думати заздалегідь – запобігати появі (не використовувати чи менше використовувати), повторно використовувати та

відправляти на переробку пластики [3].

1.2 Основні особливості, переваги та недоліки комбінованої полімерної упаковки дой-пак

Поліетиленові та поліпропіленові пакети з багатошаровою структурою дой-пак названі так на прізвище їхнього творця існують у світовій індустрії упаковки товарів уже понад два десятиліття. Принциповою особливістю дой-паку є багатошарова (від 1 до 5, інколи до 9) конструкція з гнучким дном. Свою назву цей вид упаковки отримав на ім'я свого творця Луї Дуайєна. В Україні такі пакети почали набувати широкого поширення порівняно нещодавно. Структура дой-пак:

- перший шар (внутрішній) – це поліетилен; він служить для забезпечення стійкості пакування та зварювання швів;

- другий шар (проміжний) – це алюмінієва фольга, яка збільшує термін придатності та надійність упаковки харчової продукції, оскільки служить міцним бар'єром, що відокремлює останню від навколишнього середовища; особливо це цінно для зберігання та транспортування гігроскопічних продуктів;

- третій шар (зовнішній) – це ламінована плівка, яку наноситься рекламне зображення.

Опціонально може застосовуватися ще один шар, який, наприклад, при упаковці алкоголю або фармацевтичної продукції оберігає вміст пакету від реакції з упаковкою. Сьогодні пакети дой-пак знаходять найширше застосування в упаковці харчових продуктів (майонезів, кетчупів, соків, олій, кави, чаю, круп, печива, кормів для тварин тощо), побутової хімії та косметики (пральних порошків, рідкого мила, косметичних грязей, гелю для миття посуду), а також інших рідких та сипких промислових товарів (наприклад, порошкових фарб для принтерів). Деякі види дой-паків можуть використовуватися повторно завдяки наявності кришок, що відкручуються, або зір-застібок. Це особливо корисно при частковій витраті рідкого мила,

шампуню, майонезу або кави. Далі на рисунку 1.2 наведений приклад структури багат шарової полімерної упаковки типу дой- пак.

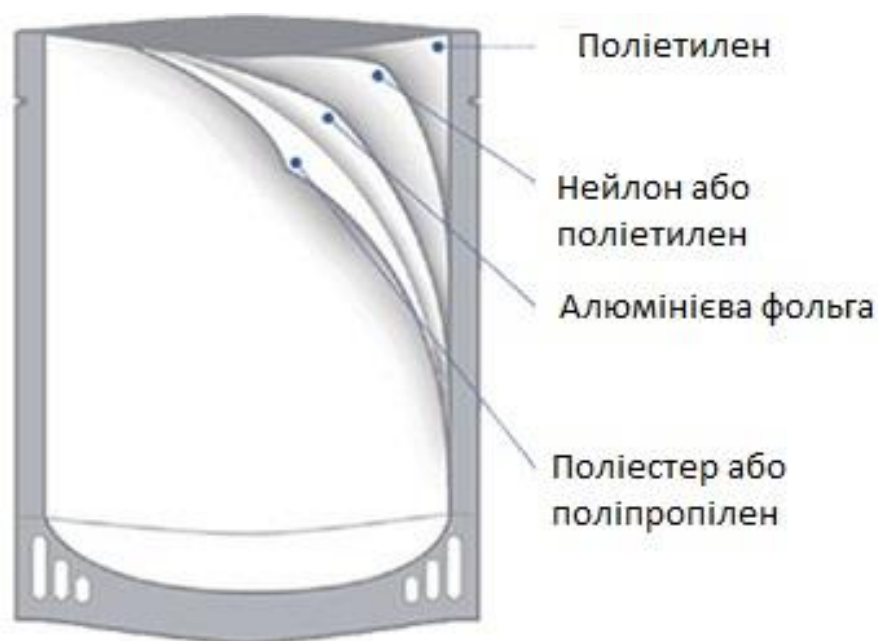


Рисунок 1.2 – Структура дой-пак

Отже, серед явних переваг дой-паку перед іншими видами поліетиленової упаковки можна виділити такі:

- привабливий вигляд завдяки використанню повно кольорового флексографічного друку;
- зручність транспортування та розташування на полицях магазинів;
- простота утилізації та можливість вторинного використання;
- прийнятна вартість.
- на відміну від склотари його неможливо розбити;
- дой-пак має мінімальну власну вагу по відношенню до ваги продукту;
- дой-паки можна виготовляти не лише із пластику;
- можливе використання струнного замку («зіп-лок») або пробки, що значно подовжує термін зберігання вмісту відкритого пакета;
- порівняно низька ціна виготовлення через недорогі вихідні матеріали.

Устаткування, на якому відбувається формування, спайка та нанесення зображень на пакети дой-пак, дозволяє виробляти цей вид упаковки як

малими, так і середніми та великими тиражами. У цій сфері наприклад на сьогодні використовують ізраїльські машини «Пак-Лайн». На сьогоднішній день компанія винахідника дой-пак оцінює щорічне виробництво дой-паків більше, ніж у 40 мільярдів штук. Далі на рисунку 1.3 приведений приклад обладнання для виробництва дой-паку.



Рисунок 1.3 – Приклад обладнання для виробництва пакування дой-пак

Спосіб життя, що постійно змінюється, і, як наслідок, залежність споживачів від попередньо обробленої, розфасованої і заздалегідь приготовленої їжі робить значний вплив на зростання продажів гнучких пакувальних пакетів. Жорстка упаковка у всіх своїх форматах (банки, пляшки, пластикові контейнери, скло) помітно поступається гнучким та міцним пакетам. Зручний формат, легка вага, чудові захисні властивості, раціональне використання ресурсів і придатність до нанесення високоякісного друку – все це переваги гнучкої упаковки. Ринок продуктів харчування та напоїв є найбільшим споживачем гнучкої упаковки, хоча фармацевтика займає лідируючі позиції щодо зростання обсягів використання цього пакувального матеріалу. Сьогодні ми бачимо гнучку упаковку майже у кожному секторі споживчих товарів. Дой-паки

використовують навіть для розфасовки фарб та моторної олії. Наголошуючи на важливості використання формату гнучкої упаковки, такі великі компанії як Dow Chemical, які розглядають упаковку в цілому як суттєвий фактор зниження обсягу харчових відходів, стверджують, що саме гнучка упаковка є визначальним моментом у будь-якій стратегії скорочення харчових відходів. Упаковка гнучкого формату широко використовується замість жорсткої та напівжорсткої тари в силу своїх універсальних характеристик, таких як низька вага, висока міцність, привабливий зовнішній вигляд, економічність та простота надання потрібної форми. Дой-пак зазвичай отримують за допомогою ламінування та соекструзії. Базовою сировиною в процесі виробництва гнучкої упаковки служать полієфіри, поліетиленова плівка, металізована плівка, біоаксіально-орієнтована поліпропіленова плівка, папір, адгезивний клейовий склад і т.д. Однак сьогодення реальність така, що компаніям-виробникам товарів широкого споживання доводиться використовувати гнучку багатошарову тару, щоб забезпечити вмісту упаковки достатній захист від світла, кисню, повітря та будь-яких інших шкідливих факторів, а також гарантувати термін придатності, який влаштував би споживачів, роздрібних торговців та постачальників.

Сучасний ринок вимагає, щоб термін придатності харчових продуктів був щонайменше рік. А це призводить до необхідності використовувати як упаковку, так звані багатошарові «бар'єрні матеріали» з високими захисними характеристиками. Подібні багатошарові конструкції харчової упаковки, як правило, виготовлені з шару алюмінієвої фольги вміщеного між кількома шарами полімерної плівки, і з'єднані між собою за допомогою ламінування або клейового складу.

Якщо зовсім недавно величезною популярністю користувалися три- та п'ятишарові конструкції пакувального матеріалу, то сьогодні все більшу кількість конвертерів переводять на випуск семи- та дев'ятишарової співекструзійної плівки, яка пропонує ширші можливості щодо функціональності, товщини та вартості матеріалу без надмірного

ускладнення його структури. Одна з технологій пропонує як об'ємний наповнювач використовувати недорогі марки полімерів. Інший технічний прийом передбачає поділ бар'єрного шару на два тонкі підшари, один з яких відіграватиме роль «резервного» у разі пошкодження іншого. Ця техніка також передбачає просочення одного матеріалу іншим, що ще більше знизить відсоток проникності. В даний час проходять випробування технології поділу бар'єрних матеріалів на кілька шарів. Експериментальні дані показують більш ніж лінійне покращення захисних властивостей такого пакувального матеріалу. Більшість видів дой-паку не підлягають вторинній переробці, а отже не відбираються із загального потоку комунально-побутових відходів і потрапляють на полігон для подальшого поховання разом з іншими побутовими твердими відходами. Металопластикове та паперово-металопластикове пакування практично неможливо переробити через наявність у їх складі різних сировинних компонентів. Коли ми говоримо про вторинну переробку, ми маємо на увазі відновлення кількох компонентів багат шарової упаковки, які пізніше можуть бути перетворені на матеріали, які використають повторно і далі у поєднанні з первинними полімерами беруть участь у виготовленні нової повноцінної продукції. Цей процес часто, хоч і не цілком коректно, називають «безвідходною переробкою». Через величезну кількість варіацій полімерних композиційних структур, які застосовують при виробництві гнучкої упаковки, процес переробки (практично) не здійснимо, тому що є надто складним та надто ризикованим щодо інвестиційних вкладень [4, 5].

1.3 Екологічні наслідки використання комбінованої полімерної упаковки дой-пак

В світі нарощуються попит на тип пакування дой-пак, що несе за собою невідворотні екологічні наслідки. Як і при використанні будь якої полімерної упаковки, для її розробки, виробництва та появи на ринку витрачається багато різноманітних ресурсів. Це такі цінні та невідновні

ресурси як вода, викопні джерела енергії (саме для її виготовлення), людський ресурс та ін. Оскільки цей тип пакування є комбінованим, тут використовуються різні види полімерів, папір, алюміній. Все це йде в декілька шарів, що ускладнює її утилізацію, так як їх потрібно розділити, помити, дробити та відправити на грануляцію, а потім на екструзію. Плюсом цього типу пакування можна назвати те, що вона є досить компактною та йде економія на логістиці, що в свою чергу знижує рівень викидів вуглекислого газу в атмосферу, залучення меншої кількості використання транспортних засобів для її транспортування та виготовлення. Взагалі тема екологічних наслідків використання різноманітних матеріалів, буде це харчовий продукт, тип двигуна автомобіля чи пакування є досить не однозначною, тому що використовуючи будь що, ми витрачаємо невідновні ресурси нашої планети. Якщо скажімо ми відмовимося від одноразової полімерної упаковки дой-пак та повернемося до використання скляної або паперової тари, наприклад для продуктів харчування то потрібно буде нарощувати виробництва скла, збільшувати автопарк для транспортування так як скляна тара сама по собі важче та досить крихка, що збільшить використання додаткових матеріалів для пакування самої скляної тари, щоб вона не пошкодилась при транспортуванні та зберіганні на складі або виробництві. Якщо взяти паперове пакування, по потрібно буде ще більше нарощувати вирубку лісів для отримання сировини під виготовлення такого типу пакування, також виключно паперова упаковка не буде такою універсальною як пластикова, вона скажімо, більш вибаглива до продукту в тому плані що він не може бути рідним або маслянистим, що відразу її пошкодить та призведе до її деформації, зіпсування самої тари та продукту. Варто також зазначити, що виробництво скла та паперу є також досить «брудним» для навколишнього середовища, особливо, якщо врахувати що на наших виробництвах часто не впроваджені сучасні системи автоматизації, фільтрації та поводження з відходами виробництва. Треба враховувати вимоги сьогодення до певного виду пакування товарів, відходів від виробництва упаковки і тари для них,

створювати систему поводження з відходами та прагнути до повторного використання ресурсів, особливо невідновних.

1.3.1 Втрата цінних матеріальних ресурсів та забруднення довкілля при спалюванні комбінованої полімерної упаковки дой-пак

Після використання дой-пак упаковки є декілька варіантів, що з нею трапиться. Якщо брати приклад України, то скоріш за все вона відправиться на полігон сміття, де буде розкладатися десятки років, отруюючи повітря, воду, землю. Постає питання як же її утилізувати, а саме головне зберегти як можна більше цінних ресурсів. Одним з таких варіантів може бути спалювання по принципу «waste to energy», коли сміття перетворюється на тепло та електроенергію. Переробити гнучку упаковку не можна так просто, як наприклад ПЕТ-пляшки чи поліетиленову плівку – вона складається з кількох шарів різних полімерних матеріалів (кожен зі своїми властивостями), розділити які не так просто. Як правило, виробники використовують від трьох до дев'яти шарів - чим їх більше, тим упаковка «просунутіша»: вона гнучкіша, міцніша і функціональніша. За словами виробників, спалювання для виробництва енергії – най рентабельніший спосіб утилізації гнучкої упаковки. Ну а що ще вони скажуть, якщо переробка та повторне використання неможливі навіть у просунутій Європі? У СНД ї поки що взагалі без варіантів: дой-паки продовжують осідати на звалищах.

Мінусом такого типу поводження з відходами пакування дой-пак буде те що ми отримаємо токсичну золу, відпрацьовані фільтри з сміттєспалювального заводу потрібно буде також утилізувати вже як небезпечний відходи. Ще ми втрачаємо полімерну та паперову складову цього пакування (при тому що алюмінієвий шар після спалювання можна використати, якщо це спалювання не було високотемпературним та є можливість розділити золу від алюмінієвого шару пакування). Згідно з постановою Європейського Парламенту спалювання пластикового сміття (в тому числі й дой-пак пакування) потрібно використовувати тільки в тому

разі, якщо інші методи переробки вже є не доступними для нього [6]. До сучасних сміттєспалювальних заводів існують високі вимоги щодо допалювання газу при високій температурі (майже 850 °С) і кінцевої його очистки, що дозволяє мінімізувати утворення та викиди діоксинів. Завдяки цьому такі заводи часто знаходяться в самих містах, недалеко від місць утворення відходів. Так, Амагер Бакке в Копенгагені та завод Шпіттелау у Вені забезпечують міські мережі електроенергією та гарячою водою [7, 8, 9]. В країнах 3-го світу також існує метод «простого» спалювання, приклад наведений нижче (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Приклад неправильного спалювання пластикових відходів та сміття

Слід також зазначити, що багатошарова полімерна упаковка типу дой-пак – це в переважачій масі вуглецева сировина, що при горінні виділяє теплову енергію, тому такий тип поводження з відходами широко застосовується в світі (наприклад в Японії спалюють – 82% відходів, у США – 81%, у Данії – 78%). Завдяки впровадженню новітніх технологій (наприклад, спалювання в печах на механічних колошникових решітках і печах з вихровим киплячим шаром, а також використання багатоступеневого газоочищення) проблема екологічно безпечного використання сміттєспалювальних установок чи заводів практично вирішена [10]. Проте

використання такого методу потребує значних фінансових інвестицій. Це насамперед обслуговування та заміна фільтрів, утилізація їх, знешкодження та утилізація токсичної золи після спалювання. Під час роботи інснераторів (сміттєспалювальних установок) утворюються тверді (зола та шлак), рідкі (стічні води, після фільтрації газів в скруберах) та газоподібні (суміш різноманітних небезпечних для людини газів). При високотемпературному спалюванні комбінованих полімерних упаковок, а також не сортованого побутового сміття буде утворюватись «синтез газ» (його зазвичай спалюють для отримання електроенергії та тепла), рідка фракція (суміш органічних та не органічних речовин), сухий залишок (мінеральні речовини та хімічні елементи). Як наслідок, можна таким чином отримувати сировину для використання її в якості палива та енергії, виробництва будівельних матеріалів (наприклад, додавати золу до бетону) та мінеральних добрив [11].

1.3.2 Забруднення довкілля при захороненні комбінованої полімерної упаковки дой-пак на полігонах

Якщо знов взяти до уваги той факт, що більшість сміття, а в нашому випадку використане пакування дой-пак потрапляє на полігони або стихійні звалища, тоді ми стикаємося з такими проблемами:

- забруднення водних ресурсів (грунтових вод), ґрунтів, повітря;
- потрапляння пластику до харчових ланцюгів живлення тварин (в тому числі й людини).

Після потрапляння дой-паку на сміттєзвалище він почне розкладатися в анаеробних умовах, утворюючи метан та інші хімічні елементи, які забруднюють навколишнє середовище. Пластик почне розпадатися на мікрочастинки, які потраплять наприклад до органів дихання людини або тварин. Також в купі з іншим сміттям, яке знаходиться на полігонах або на стихійному звалищі ми отримаємо не придатні для використання землі. Мабуть, найбільш шкідливим варто визнати утворення мікропластику при руйнуванні полімерної упаковки типу дой-пак, хоча на даний момент явна

шкода або небезпека від мікропластику зруйнованого пакування, котрий може потрапляти в організм людини та тварин, ще не виявлена та мало досліджена. Нижче на рисунку 1.5 наведений приклад сміттевого полігону в Україні.



Рисунок 1.5 – Приклад сміттевого полігону в Україні

Використовуючи для захоронення різноманітних відходів в тому числі й використану упаковку дой-пак ми просто закопуємо цінні ресурси в землю. Маючи велику територію держави так просто дешевше проводити поводження з відходами, але чи є таке рішення правильним та перспективним в 21 столітті, це складне питання як для населення так і до різноманітних спеціалістів та влади. Також не варто буде забувати й нагади про основні міфи, які пов'язані на мою думку з сміттєвими полігонами.

Першим з таких міфів є те, що полігон – це завжди сміттєве звалище. Сміттєзвалище – безконтрольне і найчастіше незаконне складування сміття, що виключає складні технологічні процеси: обробку, утилізацію, знешкодження, розміщення відходів, контроль за станом самого звалища. Сміття надходить на смітник стихійно, незаконно, це ніхто не контролює, ігноруються всі існуючі санітарно-епідеміологічні норми та правила. Звідси

високий рівень негативного впливу на навколишнє середовище і серйозність згубних наслідків для екосистеми в цілому, а також життя і здоров'я людини.

Полігон, у свою чергу, це складний природоохоронний комплекс споруд по поводженню з відходами, який зобов'язаний відповідати вимогам екологічного законодавства. Відходи на такому полігоні класифікуються, проходять ваговий контроль, кілька етапів обробки, утилізацію, знешкодження. А етап поховання є ізоляцією відходів, що не підлягають подальшій утилізації, що здійснюється у спеціалізованих картах (сховищах) з метою запобігання попаданню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Ці процеси також проходять під пильним наглядом спеціалістів з охорони навколишнього середовища. Коли полігон завершують експлуатувати, то на відміну від звалища карти поховання проходять процес рекультивациі. Рекультивацию планують ще на етапі проектування всього комплексу. Це досить ресурсозатратне та відповідальне завершення циклу існування полігону.

Також існує міф того, що сміттевий полігон, це погано, а сміттєпереробний завод, це добре. Якщо збудованої та налагодженої системи роздільного збору сміття немає, то вивозити відходи з контейнерних майданчиків прямо на переробне підприємство не можна. Відходи повинні десь пройти попередню обробку: сортування, розбирання, очищення. Разом з тим, переробні організації ведуть виборчу політику стосовно вторинної сировини: вид поліетилену чи іншого другого цінного виду ресурсу, ступінь очищення пластику, бите або цільне скло та ін. Сміттєпереробні заводи гостро необхідні для соціально-економічного розвитку регіону та формування сприятливої екологічної ситуації. А сміттевий полігон сьогодні є необхідною ланкою циклу, посередником між регіональними операторами та переробниками. Полігон обробляє вторинні матеріальні ресурси, а також витягує та утилізує відходи, що не підлягають подальшій переробці. Існує ще такий фактор, як розташування самого полігону на певній відстані від населеного пункту. Запах гниючого сміття, пожежі, виділення шкідливого

газу, забруднення ґрунтових вод, ґрунту, атмосферного повітря, навколишнього середовища – це сумні наслідки багаторічного безконтрольного та безрозбірного складування сміття на звалищах. Сміттеві полігони відповідно до вимог законодавства розміщуються суворо на відстані від населених пунктів. На етапі проектування проводяться інженерні дослідження - комплексне вивчення природних умов на предмет відповідності земельної ділянки розміщенню даного виду виробництва. Проводиться оцінка впливу на навколишнє середовище: рослинний та тваринний світ, атмосферне повітря, ґрунтові води та ґрунт. Виробничий комплекс по поводженню з відходами, розташований у допустимій віддаленості від населеного пункту, — це можливість встановити прийнятний тариф на вивіз сміття з урахуванням короткого транспортного плеча, а також робочі місця для мешканців довколишніх поселень та міст. Сміттеві полігони є комерційними структурами, основна мета яких — отримання прибутку, як і пекарня, магазин іграшок і квіткова крамниця.

Разом з тим, для створення, утримання та доведення такого виробничого майданчика до прибутковості потрібно набагато більше часу, ресурсів, систематичні великі інвестиції та сміливість новаторства. Справа в тому, що будівництво сучасних полігонів має регіональну специфіку, що змушує розробляти індивідуальний план будівництва та експлуатації. Можливості просто запозичити закордонний чи інший досвід немає. Проектування, будівництво майданчиків, проходження екологічних та інших експертиз, запуск виробничих цехів, сміттесортувальних комплексів, створення спеціалізованих сховищ, організація праці, впровадження технологій, транспортна логістика — не схоже на бізнес без вкладень. Непоправна шкода навколишньому середовищу завдає людство, воно щорічно збільшує обсяги виробленого сміття. Тільки одна людина кидає сміття повз урну, а інша вкладає кошти в полігон, сортує сміття і робить із нього вторинне сировину.

Сміттеві полігони існують для мінімізації непоправної шкоди,

заподіяної людиною за час безконтрольного складування відходів на звалищах. Полігон – це природоохоронна споруда, що передбачає наявність технологій із запобігання потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Діяльність сміттєвих полігонів регулюється низкою наглядових органів, які здійснюють систематичні перевірки відповідності вимогам державного законодавства. На рисунку 1.6 наведено приклад, як повинен бути облаштований сміттєвий полігон.

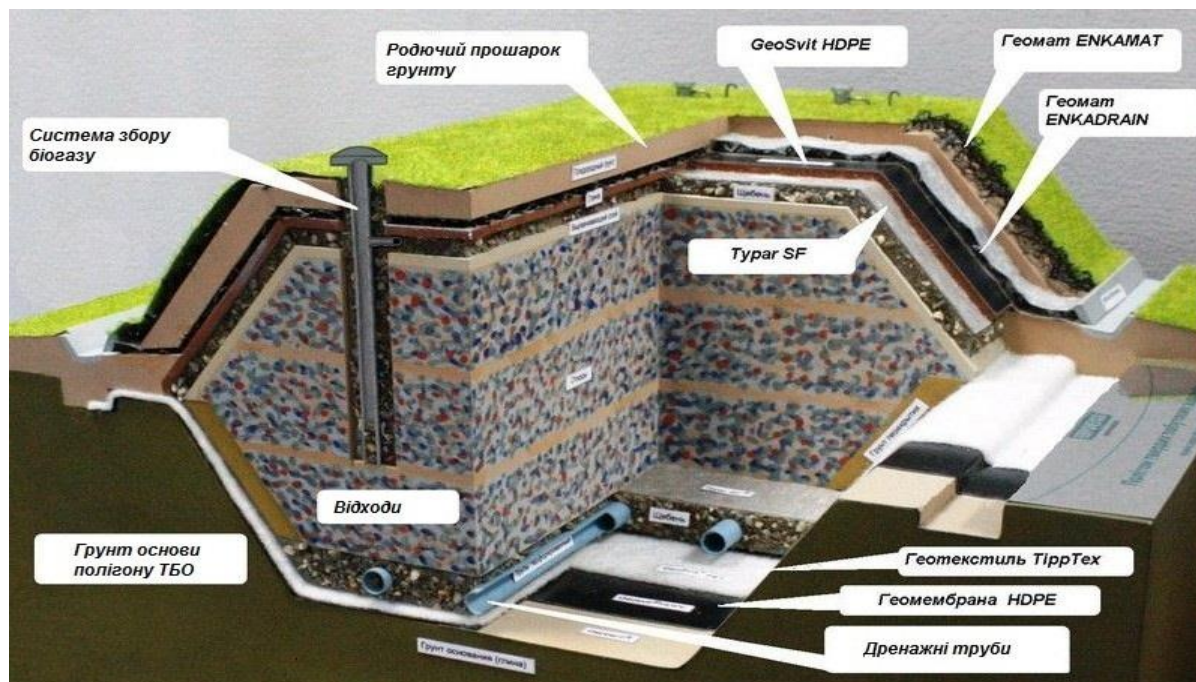


Рисунок 1.6 – Схема облаштування сміттєвого полігону

Кожен полігон, який працює відповідно до екологічного законодавства, має проектну документацію. Вона у тому числі визначає ємність та площу виробничого комплексу. Внесення будь-яких змін потребує повторного проходження державної експертизи. Іншими словами, межі полігонів суворо регламентовані. Важливо також відзначити, що полігони насамперед створені для обробки та утилізації відходів. Ємності полігонів обмежені, їх заповнення призведе до припинення діяльності підприємства. Зростати можуть тільки звалища, якщо не припинити надходження на них сміття. На полігонах же зростає відсоток вторинної сировини, що видобувається при обробці. І це є позитивним показником в роботі сміттєвого полігону.

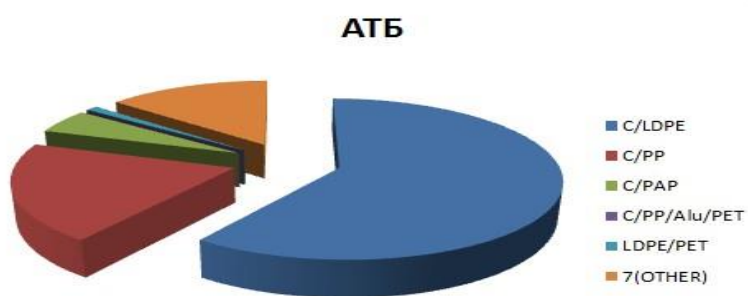
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК

2.1 Дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак в Україні

Якщо взяти до за предмет дослідження ринок пакування різноманітної продукції в Україні в комбіновану полімерну дой-пак упаковку, то ми побачимо, що вона є досить різноманітною. Найчастіше в наших мережах супермаркетів можна зустріти дой-пак наступного складу: алюміній+поліетилен чи алюміній+поліпропілен. Це зумовлено тим, що як для виробника пакування, так і для виробника продукції, в яку він запакує свій продукт, це у першу чергу вигідно економічно, бо той самий поліетилен є досить простим та дешевим у виробництві.

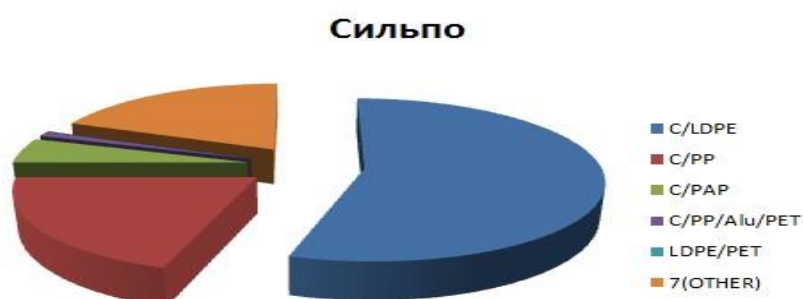
Дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак проводились у трьох найбільших мережах супермаркетів у м. Дніпро. Це мережа «АТБ», «Сільпо» та «Варус». Слід також зазначити, що частина товарів на полицях не має точного маркування, але за своїм виглядом та фізичним властивостям вони запаковані в саме таку упаковку. Серед них є вже перелічені групи товарів, а також, наприклад, м'ясні та ковбасні нарізки. Для аналізу було відібрано 20 різних товарів з трьох мереж магазинів. Період проведення дослідів – жовтень 2021 року. Результати проведених досліджень наведені на рисунках 2.1–2.3.

Як бачимо з результатів дослідження, найчастіше з видів пакування дой-пак можна зустріти: комбінований поліетилен (55–60 % від всього пакування), комбінований поліпропілен (20 %), комбінований папір (5 %), комбінований поліпропілен з алюмінієм та поліетилентерефталатом (1 % в мережі «Сільпо»), комбінований поліетилен з поліетилентерефталатом (1 % в мережі «АТБ»), а також види пакування, де відсутнє маркування або є позначка «7 OTHER» (14–19 %).



C/LDPE – 60 %,
 C/PP – 20 %,
 C/PAP – 5 %,
 C/PP/Alu/PET –
 не представлена,
 LDPE/PET – 1 %,
 7 (OTHER) – 14 %

Рисунок 2.1 – Результати дослідження асортименту упаковки дій-пак у мережі супермаркетів «АТБ»



C/LDPE – 55 %,
 C/PP – 20 %,
 C/PAP – 5 %,
 C/PP/Alu/PET – 1
 %,
 LDPE/PET –
 не представлена,
 7 (OTHER) – 19 %

Рисунок 2.2 – Результати дослідження асортименту упаковки дій-пак у мережі супермаркетів «Сільпо»



C/LDPE – 60 %,
 C/PP – 20 %,
 C/PAP – 5 %,
 C/PP/Alu/PET –
 не представлена,
 LDPE/PET –
 не представлена,
 7 (OTHER) – 15 %

Рисунок 2.3 – Результати дослідження асортименту упаковки дій-пак у мережі супермаркетів «Варус»

Основними виробниками подібного пакування в Україні є такі компанії: «НТМ Limited Ukraine» (Київ), «ТЕРА ПЛАСТ» (Одеса), «НОВОПЛАСТ» (Одеса), ТОВ МНВП «Аріс» Лтд (Харків), «STARFLEX» (Харків), «ТМ ПАКАДО» (Вишгород) та ін.

2.2 Дослідження фізичних, механічних та термічних властивостей комбінованої полімерної упаковки дой-пак

Для дослідження було використано відходи виробництва та виключно чисте відсортоване дой-пак пакування з різноманітної продукції. Було проведено дроблення пакування дой-пак на 5 різних фракцій. Розмір кожної фракції можна виставляти за допомогою сітки, яка знаходиться біля ножів дробарки. Отримані розміри мають такі значення: від 1000, 1000–500, 500–200 та дві фракції менше 200 мкм. Вхідна температура перед дробінням + 20 °С. Маса зібраного пакування для експерименту – 25 кг. На виході температура сировини складала +60 °С для всіх 5 фракцій матеріалу. Дробарка була виготовлена власноруч, використаний електродвигун потужністю 2 кВт. Продуктивність даної дробарки – декілька десятків кілограмів подрібненого матеріалу на годину, в залежності від вхідної фракції матеріалу. Треба зазначити, що в залежності від вхідної фракції матеріалу потрібно розраховувати потужність дробарки, щоб вона змогла впоратись з своєю задачею, а також велике пакування вхідного матеріалу не призвело до забивання прийомного бункеру дробарки та виходу з ладу механічної частини або електродвигуна від перевантажень при роботі. Дроблення пластику є гарним та технологічно простим методом для переробки пластику. Деякі види вторинної сировини піддаються тільки дробленню, що потрібне для їх майбутньої переробки та виготовленню інших продуктів з вторинного пластику.

Приклад зібраного пакування для експерименту наведено нижче на рисунку 2.4.

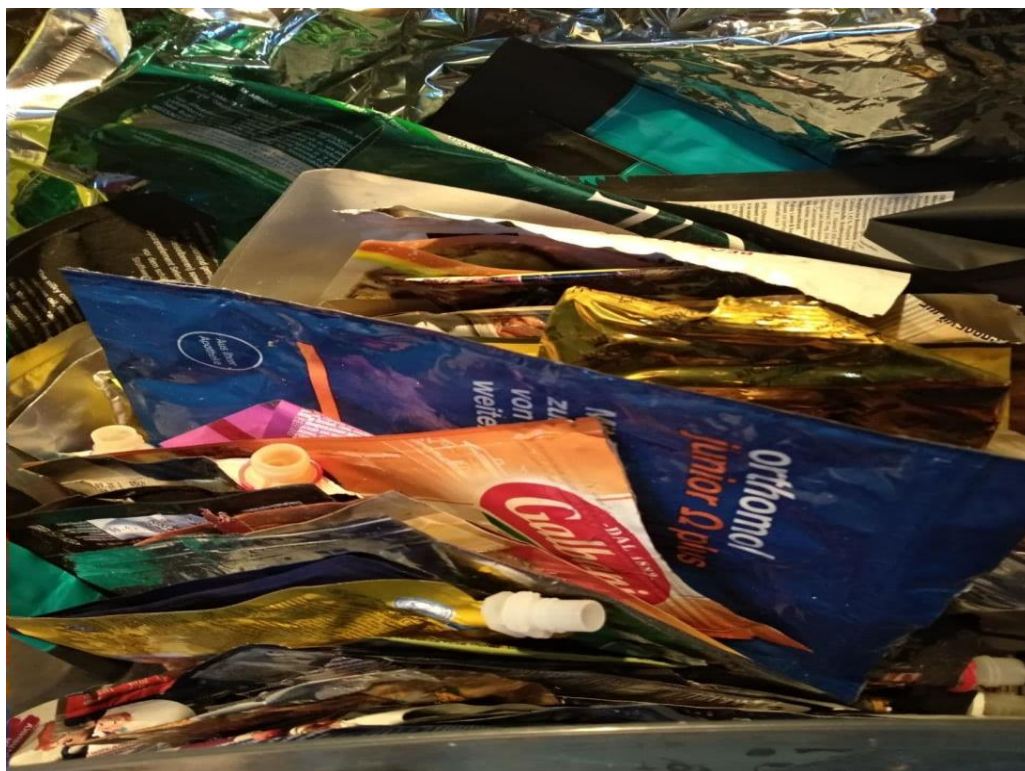


Рисунок 2.4 – Приклад пакування для експерименту

Наступним етапом ми підготували 5 зразків подрібненого пакування дой-пак на чашках Петрі для мікроскопічного дослідження. Приклад на рисунку 2.5 нижче.

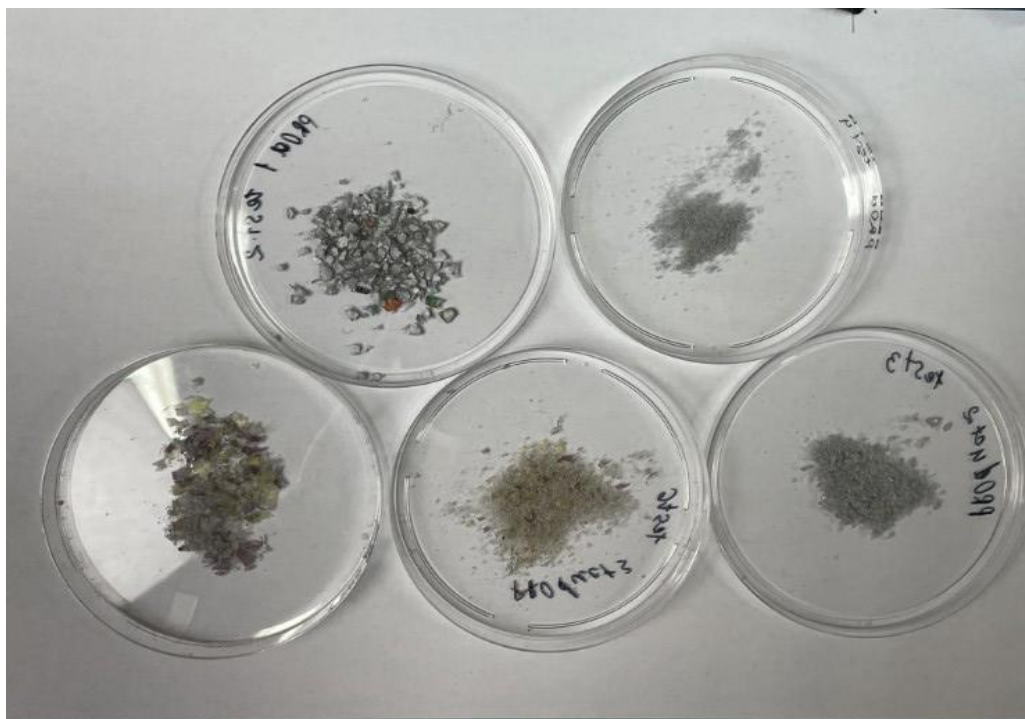


Рисунок 2.5 – 5 різних фракцій на чашках Петрі

Також було проведено мікроскопічне дослідження подрібненого пакування дой-пак під мікроскопом зі збільшувальною здатністю 200x (наприклад, якщо окуляр має значення кратності 10, а об'єктив – 20, загальне збільшення становить 200 крат. Щоб досягти необхідного розміру, варто поставити лише відповідні оптичні елементи). Далі буде наведено фото мікроскопії однієї з фракцій подрібненого дой-пак пакування. При дослідженні було виявлено, що після дроблення упаковки дой-пак частина алюмінієвого шару залишається разом з пластиковою частиною, що ускладнює подальшу переробку використовуючи виключно механічний метод розділення. Якщо в подальшому нас не цікавить розділення алюмінію від пластику, то після дроблення такий матеріал можна повторно використовувати для вторинного формування з пластику, а також як сировину для екструзії та виготовлення різноманітних матеріалів (для будівництва та ін.). Фото-приклад з мікроскопічного дослідження наведено на рисунках 2.6 а, б.

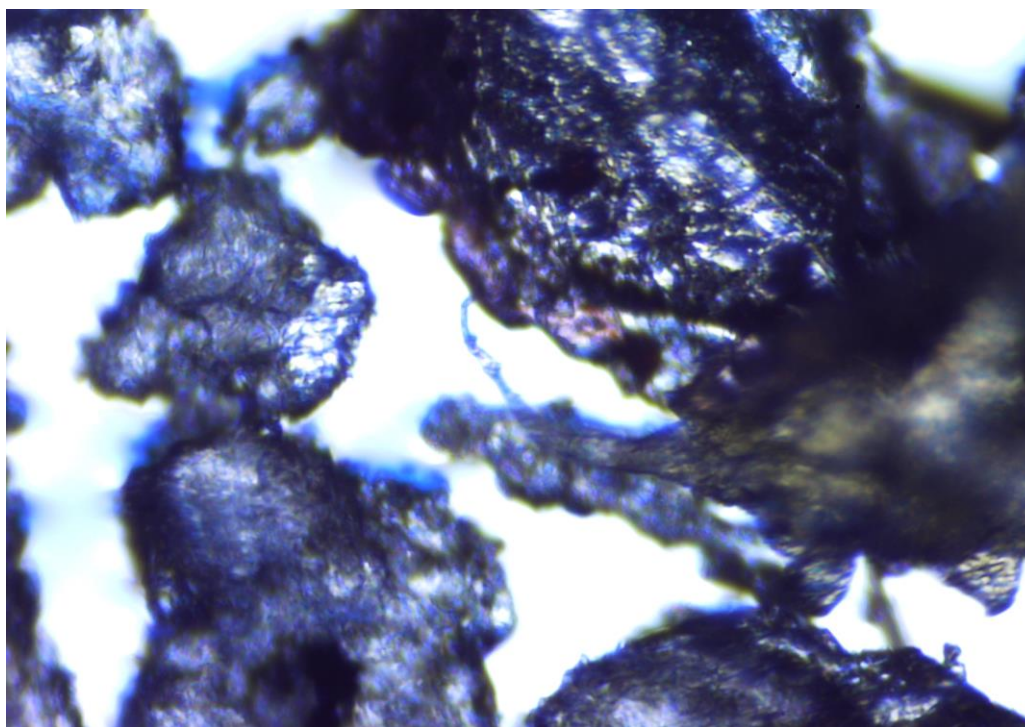


Рисунок 2.6а – Подрібнений дой-пак (збільшення 200x)

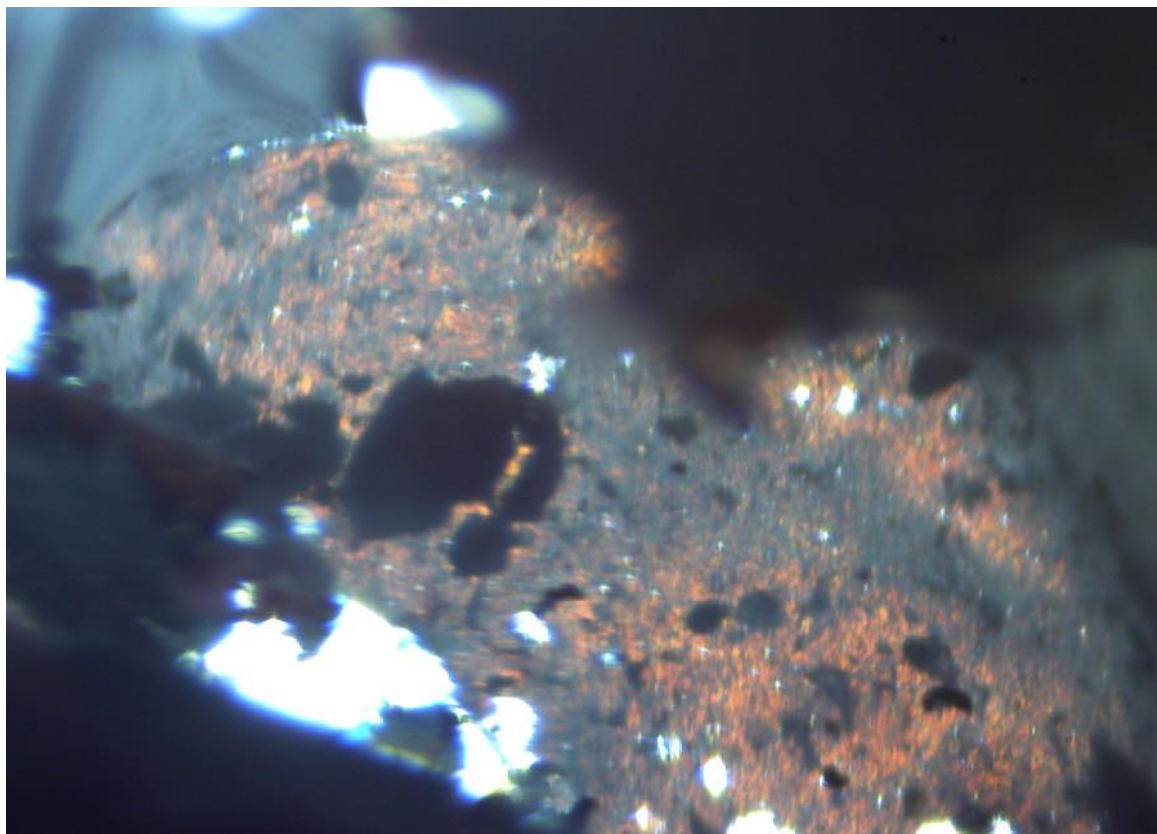


Рисунок 2.66 – Подрібнений дой-пак (збільшення 200х)

Після подрібнення ми перейшли до екструзії даного матеріалу. Екструзія – це такий тип технологічного процесу, під час якого матеріал за допомогою шнека пересувається всередині «гільзи» корпусу екструдера, де під дією тиску та температури формується в'язка та однорідна маса матеріалу. Екструдер для експерименту був виготовлений власноруч, головний електродвигун має потужність 1,5 кВт, а також 4 нагрівальні елементи (тени) потужністю 1 кВт (всі 4 одиниці разом). Після виходу маси з шнеку її можна формувати в різні вироби або за допомогою спеціальної системи порізки та охолодження маси отримувати вторинну полімерну гранулу. Екструзія проводилась при температурі $+200^{\circ}\text{C}$. В нашому випадку ми зробили спеціальну форму, за допомогою якої можна отримувати на виході квадратний пластиковий брус. Варто зазначити, що при переробці пластику, який буде включати в себе залишки алюмінієвої фольги, потрібно буде частіше прочищати фільтруючі сітки на шиберах шнеку екструдера, а також частіше замінювати металеві ножі порізки, якщо такий тип

переробного матеріалу буде використаний для виготовлення вторинної полімерної гранули. Отриманий в результаті екструзії пластиковий брус (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Пластиковий брус 34/34мм, виготовлений з дой-паку

Приклад обладнання, яке використовують для екструзії полімерів, наведено на нижче рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Екструдер для переробки полімерів

Варто зазначити те, щоб отримати щільний та міцний матеріал, (рисунок 2.7), необхідно слідкувати за рівномірною подачею сировини до «гільзи» екструдера, а також підібрати правильну температуру для того виду полімеру, який найчастіше застосовується в пакуванні дой-пак. Якщо це буде поліетилен, або наприклад поліетилен+поліпропілен, то оптимальні температури для екструзії будуть $+190-230$ °С. Чим коректніше будуть встановлюватися температури плавлення при переробці, тим більше разів можна буде переробляти матеріал. Це зв'язано з тим, що при більш високих температурах, чим є рекомендовані, руйнується хімічна структура полімеру. Також бажано, щоб матеріал був відмитий від різноманітних органічних залишків (щоб під час екструзії матеріал не починав горіти всередині «гільзи» екструдера та в отриманому матеріалі не було пустот від газів згорання органічних залишків. Гільзу екструдера також бажано обладнати спеціальним отвором (так звана «дегазація») для виходу надлишкових газів та водяного пару під час переробки дой-паку і встановити гідравлічні шибера, в яких буде заходитися металева сітка одна з яких з товстого металу (2-3мм) та великими отворами та маленька одно або багаторазова для затримання залишків алюмінію, інших металів, деревини, піску і т.д. Шибера для фільтрування зробить екструдер більш універсальним, що дасть змогу працювати як з чистою сировиною так із такою, де є декілька різних матеріалів. Якщо нагрівати переробний матеріал (подрібнений на дробарці дой-пак) без використання екструдера, де створюється тиск, при роботі шнеку всередині гільзи, а використати для цього наприклад електричну духовку, та нагріти в спеціальній металічній формі подрібнений матеріал при $+ 200$ С, ми також можемо отримати матеріал з вторинного пластику, який можна застосувати у виробництві або наприклад для декору. Мінусом такого матеріалу є менша міцність, він має багато пор в своїй структурі, його набагато легше зламати. Приклад термоформовки наведено нижче, на рисунках 2.9 та 2.10.



Рисунок 2.9 – Термоформування подрібненого дой-паку в електричній духовці



Рисунок 2.10 – Отриманий матеріал після термоформування

2.3 Дослідження властивостей полімерпіщаної суміші з додаванням комбінованої полімерної упаковки дой-пак

Якщо брати до уваги той момент, що полімерна багатошарова упаковка типу дой-пак має декілька шарів з різних матеріалів (алюмінієва фольга, поліетилен, поліпропілен та ін.) що тим самим дуже ускладнює її переробку та повторне використання цих ресурсів, одним з гарних варіантів її використання є додавання дой-паку до полімерпіщаної суміші, яку використовують для різноманітних виробів. Найбільш поширеним виробом з полімер піщаної суміші є тротуарна плитка, яка може бути використана для благоустрою міста або приватного будинку. Такий метод використання вторинних полімерів застосовується вже не перший рік в різних куточках світу, Україна також не є виключенням з цього списку. Він буде актуальним, якщо ми маємо багато вторинної сировини наприклад з комбінованих полімерних матеріалів, або один вид полімеру (наприклад дой пак упаковка, де присутній тільки поліетилен та алюмінієва фольга). Також плюсом є те, що такий метод технологічно простий, не потребує залучення великої кількості спеціалістів та фінансових вкладень у налаштування та запуск виробництва.

Полімерпіщана суміш – це композит, який складається з полімерної вторсировини, піску та термостійкого пігменту. Найчастіше цей композит виготовляють в таких пропорціях: 60-70% – це пісок (річковий або кар'єрний), суміш пластиків – 30-35% (це може бути поліетилен або упаковка дой-пак), а також термостійкий пігмент/фарбник, близько 5%. Нагрівання суміші проходить під температурою + 220-250 ° С. Зазвичай це не токсичний пластик, тому при нагріванні в атмосферу не виділяються канцерогенні речовини. Основа для виробництва полімер піщаної суміші – це пісок, пластик виступає в ній зв'язуючим компонентом. Варто також розглянути «плюси» такого композиту. Технологічну схему наведено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Технологічна схема отримання виробів з полімер піщаної суміші

Водовідштовхувальні властивості пластику, який міститься в упаковці дой-пак, дають полімерпіщаній суміші та виробам з неї практично нульове водопоглинання, а це продовжує термін служби полімерпіщаної плитки до 20 років без руйнування. Полімерпіщана плитка не руйнується у відлизі при різких перепадах температур. Згадаймо фізику: вода при фазовому переході з рідкого в твердий стан (лід) збільшується в обсязі, що призводить до того, що вода, яка потрапила в пори виробу, а потім замерзнувши, збільшується в об'ємі і буквально розриває плитку з високим водопоглинанням зсередини. Ось тому буває так, що навесні на свіжопокладеній минулої осені бетонній бруківці та тротуарній плитці вже видно сліди руйнування. А полімерпіщана плитка ціла та суха.

Водонепроникність полімерпіщаних виробів робить їх привабливими і тому, що на поверхні виробів взимку не утворюється льоду – плитка абсолютно не ковзає, а сніг легко зчищається лопатою. Низьке водопоглинання пояснює і підвищену морозостійкість матеріалу (тобто кількість циклів повного заморожування-розморожування у стані повної вологонасиченості) – понад 500 циклів.

Пластик легший за бетон, тому полімерпіщані вироби в 3-4 рази легші за бетонні (це забезпечує легке навантаження/розвантаження, рознесення вручну по трасі або доріжці, а також знижує логістичні витрати та вуглецевий слід від них). Ця властивість полімерпіщаного матеріалу була швидко оцінена електромонтажними підприємствами – плита для закриття кабелю з полімерпіщаного композиту за два-три роки з моменту винаходу повністю замінила цеглу для захисту кабельних ліній 0,4-35 кВт. Наявність у складі поліетилену надає виробам унікальної стійкості до ударів – пластик більш еластичний і в'язучий матеріал, що дає переваги при навантажувальних випробуваннях. Полімерпіщана плитка товщиною 20 мм витримує навантаження пішохідних зон, яке можна порівняти з навантаженням на бетонну плитку або бруківку товщиною 40 мм! Крім того, вона відноситься до «антивандальних» матеріалів – розколоти такий матеріал можна лише докладаючи значних зусиль. Полімерпіщана плитка не б'ється під час вантажоперевезень і падіння.

Пластик охоплює кожну піщинку та частинку фарби в суміші та при розплавленні забезпечує рівномірне фарбування по всій масі виробу. Крім того, здатність до фарбування у пластику вища, ніж у цементу – такі вироби яскравіші, колір їх більш стійкий, фарба не схильна до вицвітання. За умови застосування пігментів з високою покриваністю, полімерпіщані матеріали довго не втрачають колір, продовжуючи радувати яскравістю забарвлення навіть через кілька років.

Пластик, як відомо, довговічний матеріал, що не руйнується часом. Ці властивості він передає і полімерпіщаним виробам. Заявлений час

експлуатації покриття без руйнування – 20 років. Властивості пластику також надають матеріалу: кислотостійкість, лугостійкість, низьку стиранисть. Це важливо для покриттів з високою прохідністю (вхідні групи), а також покриттів: гаражів, виробничих приміщень, тваринницьких господарств та ін.

Пластик як сполучник переводить тротуарну плитку з розділу негорючих в розділ слабогорючих і важко займистих. Матеріал у вогні не горить і не плавиться (так як у складі є пісок), а обвуглюється. Це означає, що при знаходженні у відкритому полум'ї протягом тривалого часу полімерпіщаний матеріал може почати тліти, проте, як тільки вичерпається джерело вогню, тління відразу ж припиниться.

Екологічність полімерпіщаного композиту незаперечна – «харчовий» пластик з упаковки дой-пак, будівельний пісок та барвник – абсолютно неактивні при підвищеннях температури та в агресивних середовищах та нешкідливі для людини. Це не шкідливі пластики полівінілхлорид та полістирол, що виділяють при впливі на них отруйні сполуки. У полімерпіщаному виробництві з такими пластиками працювати просто неможливо – адже виготовлення йде методом високотемпературної обробки, що можливе лише для нешкідливих пластиків.

Пластик надає полімерпіщаним виробам поздовжнього термічного розширення. При нестабільній температурі (різкому потеплінні) на яскравому сонці можливе незначне збільшення геометричних форм у горизонтальній поверхні – до 1–2 мм. Рішення залишати зазори між плитами – 3–5 мм. При неуважності до цього факту можливе виштовхування окремих плит із покриття – можливо плитка підніметься «будиночком» і доведеться перекладати покриття. Цю особливість потрібно обов'язково враховувати під час укладання, тим більше, що не тільки полімерпіщана плитка має такі особливості – від спеки піднімаються «пагорбом» навіть бетонні плити на автомагістралях [12, 13].

Полімер-піщана черепиця та тротуарна плитка в порівнянні з аналогічною керамічною черепицею та плиткою має більшу точність

розмірів, високу міцність та стійкість до атмосферних впливів, випускається в різноманітних кольорах та формах. Затрата електроенергії нижча, ніж на виробництво цементно-піщаної (включаючи затрату енергії на виробництво цементу) й керамічної. Полімер-піщана черепиця та тротуарна плитка абсолютно менш чутлива до спеки та морозу, граду та урагану, кислотним дощам, має властивість високої шумоізоляції, ударостійка, екологічно безпечна, довговічна, а полімерна основа її захистить від вицвітання під дією ультрафіолету, гниття та утворення плісняви. Полімерно-піщана плитка та черепиця добре зафарбовується і такі вироби мають дуже привабливий вид.

Після першого подрібнення сировина потрапляє в екструзійну машину для нагріву та пластифікації. В структурі полімерних відходів валику кількість займає поліетиленова та поліпропіленова плівка. Отриману полімерну масу, в'язкої консистенції оператор знімає рукавицею на виході з екструзійного апарату лінії і зробивши руками кульку (агломерат розміром до 100 мм) кидає її у воду для охолодження. Після цього агломерат дістають з води, він має не тверду основу, але ззовні він починає твердіти та швидко висихати. Агломерат підлягає повторному подрібненню в дробарці, в фракцію з розмірами до 1-10 мм. Таким чином також отримують сировину для полімер-піщаної суміші.

Отримання полімер-піщаної маси з полімер-піщаної суміші проходить в термозмішувальному агрегаті (агрегат плавильно-нагрівальний), куди суміш подається за допомогою транспортного конвеєра. АПН гарантує повний розплав полімеру та якісного змішування з піском. Отримана полімер-піщана маса з температурою біля +170-190С видавлюється з АПН.

Після цього оператор зрізає ножом шматок маси, яка виходить з АПН, взвішує на вагах і отримав потрібну кількість (близько 2х кілограмів) вкладає її у форму, встановлену на гідравлічному пресі з рухомою нижньою плитою. Відформована та охолоджена черепиця або тротуарна плитка сортується та вкладається в контейнери, які на погрузчику відвозять на склад готової продукції. Реалізація такого проекту дозволить утилізувати полімерні

відходи та отримувати екологічно безпечні, багаторазові матеріали для будівництва та благоустрою [21, 22]. Приклад, як виглядає АПН наведено на рисунку 2.11, а вигляд готової продукції з полімерно-піщаної суміші – нижче на рисунку 2.12.



Рисунок 2.11 – Приклад АПН (агрегат-плавильно нагрівальний)



Рисунок 2.12 – Приклад готової продукції з застосуванням полімерно-піщаної суміші

2.4 Висновки з дослідження полімерної упаковки типу дой-пак

Висновком роботи по дослідженню є те, що відходи виробництва дой-пак, використана відсортована упаковка типу дой-пак є перспективним вторинним матеріалом для використання у виготовленні різної полімерної продукції, додавання такого типу відходів для виготовлення полімер-піщаної суміші. Головними проблемами є те, що відсутня система сортування всіх відходів від виробництв, населення, що ускладнює збір використаної упаковки типу дой-пак, а також відсутність інвестування в цю галузь, так як вона не є прибутковою на початкових етапах переробки, а також все залежить від вибраного методу для переробки багатошарового полімерного пакування дой-пак.

При термоформуванні за допомогою екструдера ми отримуємо набагато якісніший та міцніший матеріал, ніж при використанні електричної духовки. Це зв'язано з перемішуванням матеріалу шнеком екструдера, кращому нагріванню всередині гільзи екструдера, а також тиску, який створюється в гільзі екструдера та дає нам на виході гарний та щільний матеріал.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА НАПРЯМІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК

3.1 Можливі шляхи утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак

В принципі, основну складність є не сама технологія переробки гнучкої упаковки, а процес відбору матеріалу. Тобто кожен окремий компонент гнучкої упаковки (тобто шар) має бути проаналізований та віднесений до конкретної категорії, а потім відокремлений та окремо перероблений. Тільки такий підхід забезпечить максимальне відновлення кожного компонента та зробить його придатним для подальшого використання. Жоден професійний переробник пакувального матеріалу не візьметься за переробку використаного пакування, оскільки близько 80 % гнучкої пакувальної тари забруднені залишками їжі. Отже, дой-паки абсолютно непридатні до використання у існуючих системах вторинної переробки, оскільки забруднюють кінцевий переробний матеріал. Це забруднення робить отриманий у результаті матеріал непридатним подальшого використання у виробництві високосортної продукції.

Навіть компанія Нестле зазначає, що поки що у світі не існує виробничих установок, здатних переробляти гнучку багат шарову упаковку. Тим не менш, і Nestle і Kraft беруть участь у фінансуванні науково-дослідного проекту у Великій Британії, метою якого є розробка технології, що дозволяє видобувати алюміній з гнучких ламінатів та упаковки. Зверніть увагу, акцент тут робиться саме на алюміній. У новому розробленому дослідному проекті полімерна складова гнучкої упаковки випалюється в камері за відсутності кисню, і використовується як джерело енергії. Цей процес суперечить визначенню терміну «рециклінг відходів» або переробки відходів для вторинного використання. Використання матеріалу упаковки як джерело енергії не має нічого спільного з процесом відновлення. Це швидше процес закінчення життєвого циклу, в якому ви просто знищуєте цінний

матеріальний ресурс для отримання кількох джоулів енергії, що помилково названа відновлюваною. Хіба можна назвати поновлюваним процес спалювання пластикових компонентів та використання енергії? Адже зрештою ви залишаєтеся з порожніми руками. Іншими словами, це просто витрати цінного матеріалу. Якщо ви вирішите відстежити процес розвитку сектора вторинної переробки пакувальних матеріалів, ви помітите, що професійні переробники працюють тільки з тими форматами упаковки, які належним чином стандартизовані. Коробки та деякі види пластикових пакетів (PE або PET) переробляються без жодних проблем, оскільки матеріали, що використовуються в цих видах, легко розділяються. А вторинна переробка таких відходів здатна створювати високоякісний і дорогий матеріал, який можна повторно використовувати в тій же області, де він був створений. Коли йдеться про дой-пак, підприємства легкої та особливо харчової промисловості роблять усе можливе для максимального підвищення її корисних та робочих характеристик шляхом створення складних структур, які й не дозволяють повторно використовувати тару. Клеючі речовини, композитні матеріали та покриття створюють ускладнення, які надзвичайно ускладнюють класифікацію, поділ та переробку гнучких матеріалів.

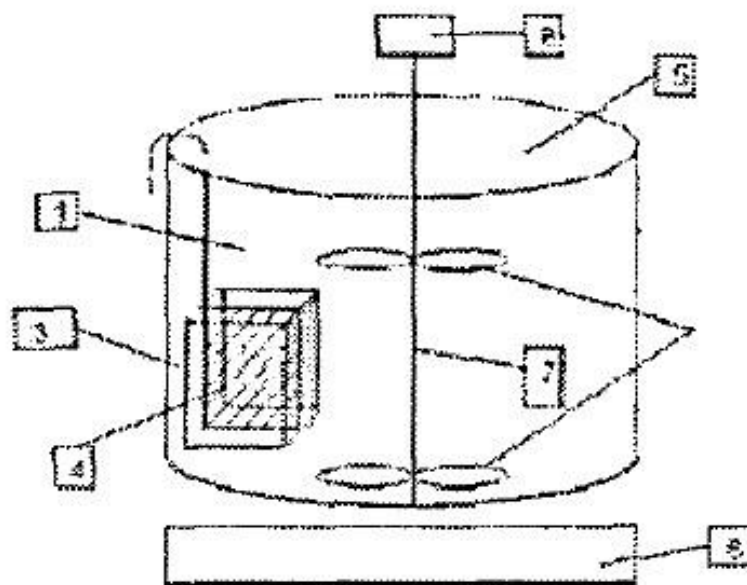
Як другий за величиною пакувальний формат у США, гнучка упаковка та проблема її утилізації є важливим питанням при будь-якому обговоренні екологічної упаковки, у тому числі її переробки. Інтерес споживачів до вирішення питань створення екологічно раціональної упаковки постійно зростає. Попит на гнучку упаковку збільшується, оскільки вона за вагою набагато легша від багатьох інших видів жорсткої упаковки – металевої, PET та скляної тари. При використанні полегшеної упаковки, наприклад, дой-паків, компанії можуть значно скоротити кількість палива, що використовується, а також знизити обсяг парникових газів, що викидаються в атмосферу при транспортуванні.

3.1.1 Хімічна переробка комбінованої полімерної упаковки дой-пак на основі розділення ПЕ та алюмінію оцтовою кислотою

Даний спосіб є найбільш дорогим серед інших способів утилізації упаковки дой-пак. Його застосовують виключно для отримання чистого алюмінію та пластику з метою отримання високоякісної сировини. Варто зазначити, що на виході ми отримуємо «чистий» алюміній та пластик. На даний момент проходять дослідження щодо отриманої сировини, економічної складової такого методу переробки, а також наслідками для навколишнього середовища.

В даний час в якості упаковки застосовуються бар'єрні багат шарові матеріали з полімерів. Для паперово-полімерних матеріалів розроблені та застосовуються в промисловості технології їх утилізації. Однак, у тому випадку, коли багат шаровий матеріал містить металеву фольгу (сигаретна, кондитерська, бакалійна упаковки з матеріалів типу «тетра пак», теплоізоляційні матеріали, упаковка типу дой пак), екологічно безпечних та економічно доцільних технологій комплексної утилізації відходів виробництва споживання багат шарових пакувальних матеріалів немає. Екологічно безпечні та економічно ефективні технології пошарового поділу таких матеріалів для подальшого рециклінгу нині відсутні. Також слід зазначити, що раціональна технологія переробки тут має бути двостадійною; на першій стадії якої шари поділяються і алюміній йде на реалізацію, а на другий створюється вторинний композиційний матеріал з полімеру. Теоретично вторинний полімерний композиційний матеріал для виробництва одноразової тари та упаковки нехарчових продуктів схильний крихкому руйнуванню. Тому аналізувати його фізико-механічних властивостей необхідно позиції механіки, а технологічний процес його виробництва треба проводити в галузі пластичності вторинного полімеру. Результати експериментальних досліджень процесу поділу алюмінієвої фольги від поліетиленових шарів багат шарових полімерних алюмінієвих матеріалів у розчині оцтової кислоти. Відомі нейтральна сіль – $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ і дві

основні солі ацетату алюмінію: однозаміщена – $Al(OH)(CH_3COO)_2$, і двозаміщена – $Al(OH)_2 \cdot (CH_3COO)$. При цьому нейтральна сіль відома лише у розчині; однозаміщена сіль утворює у воді гель, а двозаміщена сіль нерозчинна у воді. У лабораторних умовах процес поділу був реалізований на установці, представлений на рисунку 3.1.



1 – колба об'ємом 1000 мл, 2 – двоярусна дволопатева мішалка, 3 – контейнер 50x10x100мм з нержавіючої сітки, 4 – кріпильна рамка з нержавіючої дроту $d=10\text{мм}$; 5 – кришка колби; 6 – привод мішалки; 7 – вал мішалки; 8 – нагрівальний елемент

Рисунок 3.1. – Лабораторна установка для дослідів розділення багатошарового пакування типу дой-пак та тетра-пак

Як показав експеримент, поділ шарів відбувається у досить вузькому діапазоні параметрів процесу і тільки при нейтральній солі, так як при утворенні гелю (однозаміщена сіль) або виникнення між шарами твердої фази (двомісна сіль) процес поділу не відбувається. При цьому реакція відбувається через поліетиленову плівку, що володіє пористістю, так і з торця шару.

Після закінчення кожної серії експериментів розчин з лабораторій установки був підданий аналізу щодо наявності з'єднань алюмінію. Аналіз

проводили методом флуориметрії на аналізаторі рідини «ФЛЮОРАТ-02-3М. При вимірі інтенсивності флуоресценції в розчині виявилось, що відпрацьований розчин є слабо опалесцентну рідину з концентрацією іонів алюмінію від 1,6 до 1,58 мг/дм. При цьому початок опалесценції збігається із збільшенням часу поділу шарів, тобто з падінням продуктивності процесу. Необхідний для ефективного ведення процесу розподілу шарів температурний, концентраційний і швидкісний режим реакції контролювали за інтенсивності опалесценції розчину. Усереднена похибка вимірювання, обчислена за стандартним співвідношенням, що враховують клас точності приладів і засобів управління апаратами, що склала не більше 8%. Експериментально встановлено, що зменшення концентрації оцтової кислоти в розчині зменшує і ступінь розділення шарів, так як, це призводить до зменшення концентрації нейтральної солі ацетату алюмінію за рахунок утворення двох інших основних солей. Результати розробки процесу та апарату розділення для безвідходної утилізації матеріалів і відходів, що залишилися після відділення алюмінію. Основна ідея полягала в створення багаторазового перероблюваного вторинного полімер вмісткого композиту для подальшого виготовлення одноразової тари чи упаковки. Найкращі але по міцності зразки були отримані при змішуванні вторинного поліетилену типу «мікс» (суміш) подрібненим на молотковій дробарці матеріалом типу «Тетра Пак» та дой-пак у вигляді вати з волокон завтовшки від 80 до 130 мкм. Для випробувань поліетилен подрібнювали на роторно – ножовій дробарці за класом -50мм. Суміш поліетилен - «ТетраПак» та дой-пак у різних варіаціях обробляли багаторазовим прокатишем між валками лабораторними, що обігріваються. Як показали дослідження, суцільний матеріал виходив за мінімальному співвідношенні 1:1 та більше. Для прискорення процесу поділу шарів була запропонована конструкція шнекового реактора з циліндричним корпусом, забезпеченого порожнистою гвинтовою вставкою закріпленої всередині корпусу. За результатами експериментів було проведено коригування методики розрахунку шнека з

урахуванням умов його роботи в дослідженому технологічному процесі. Коригування методики полягає в обліку потужності необхідної на подолання протитечії оцтової кислоти при підйомі частинок матеріалу по гвинтовому каналу у шнековому реакторі. Як показали розрахунки, проведені за результатами експериментальних досліджень, потужність затрачувана на гідравлічний опір частинок в умовах експерименту становить від 5 до 30 відсотків від загальної потужності яка витрачається в шнековому реакторі, залежно від ступеня двофазності та розміру частинок матеріалу, що розділяється. Отримані результати експериментальних та розрахунково-теоретичних досліджень дозволяють розробити технологічні лінії для реалізації промислового процесу безвідходної переробки багатошарових пакувальних матеріалів типу дой-пак та «Тетра-пак». Сукупність досліджених стадій процесу рециклінгу багатошарових пакувальних матеріалів дозволяє характеризувати його, як багатостадійний безвідходний технологічний процес переробки відходів. На відміну від технологічних ліній з випуску товарної продукції з первинного сировини, де вибір способу переробки відходів диктується, в основному, виробничими можливостями, видом одержуваного цільового продукту переробки, для технологічних ліній з переробки відходів вибір способу переробки визначається, перш за все, екологічними та санітарно-гігієнічними нормами провадження з охорони навколишнього середовища. При виробництві таких вторинних полімерів необхідно дотримання таких вимог:

- здійснення виробничих процесів переробки за мінімально можливого кількості технологічних стадій (апаратів), оскільки на кожній з них утворюються вторинні відходи, і губиться сировина (первинні відходи);
- застосування безперервних процесів, що дозволяють найбільш ефективно використовувати сировину та енергію;
- інтенсифікація виробництва цих процесів.

Результати роботи були використані при розробці дослідно-промислових технологічних схем хімічного поділу шарів алюмінію та

поліетилену багат шарової упаковки та рециклінгу паперово-полімерних шарів багат шарової упаковки з отриманням вторинного полімервмісткого композиційного матеріалу. Технологічна схема (рисунок 3.2) та обладнання для поділу шарів алюмінієвої фольги та поліетиленової плівки з якої складається багат шарова полімерна упаковка типу дой-пак та «Тетра-пак».

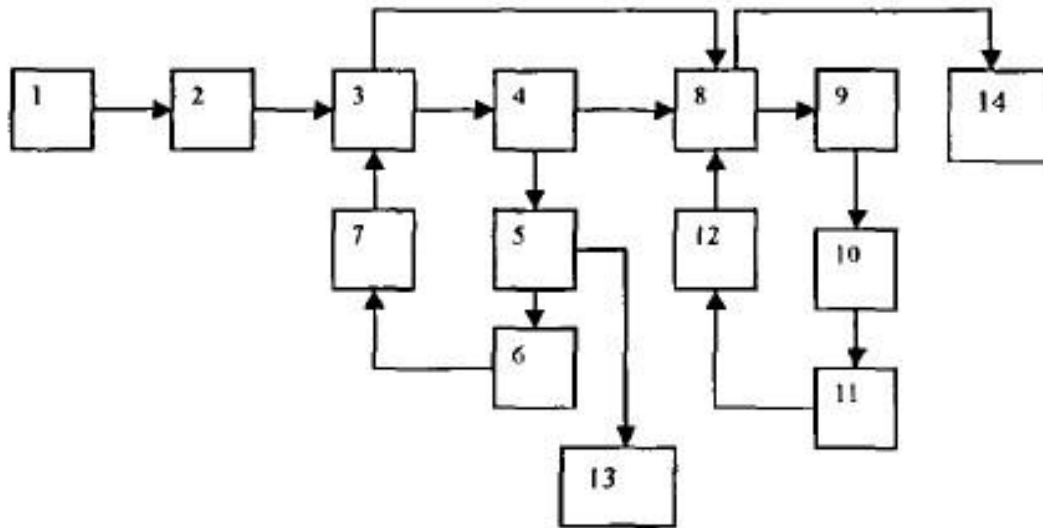


Рисунок 3.2 – Технологічна схема процесу

Відповідно до розробленої технологічної схеми (рисунок 3.2) призначений для переробки матеріал на першій стадії піддається мокрому дроблінню. Потім подрібнена маса, що є вологим полідисперсним гетерогенним матеріалом (наприклад, шматочки поліетиленової плівки з алюмінієвою фольгою та залишками паперової маси), завантажується у приймальний бункер (1). З бункера матеріал шнековим транспортером (2) подається в реактор (3), оснащений шнековою мішалкою. В реактор зверху протитечією подається розчин оцтової кислоти і здійснюється реагентна обробка матеріалу. Інтенсифікація процесу поділу алюмінієвої фольги від поліетиленової маси відбувається за рахунок перемішування матеріалу та тертя його частинок між собою при переміщенні шнеком. Подача матеріалу та кислоти відбувається безперервно. Відпрацьована кислота після реагентної обробки насосом (4) подається на гідроциклони (5), де з неї видаляються залишки волокон і твердих фракцій, що потрапляють у збірну ємність (13), звідки надходить на другу стадію процесу. Очищена кислота з

гідроциклону (5) потрапляє в ємність (6), і далі за допомогою насосів (7) вона надходить у реактор (3). Оброблений матеріал з реактора (3) надходить на промивання-нейтралізацію у фрикційне мийку - нейтралізатор(8), в якій відбувається відділення алюмінієвої фольги від плівки та часткове видалення з поверхні плівки залишків паперових волокон (відмивання), а також нейтралізація кислоти, що залишилася на матеріалі, за допомогою додавання в промивну воду технічної соди. На виході з мийки матеріал являє собою поліетиленову плівку та алюмінієву фольгу. Розчин, що використовується в процесі миття, надходить на насоси (9), за допомогою яких подається на гідроциклони (10), де проходить видалення твердої фракції. Рідка фракція попадає в бак (11), де відбувається приготування реагентного розчину, який застосовується в процесі миття-нейтралізації, і насосом (12) подається у фрикційне мийку - нейтралізатор (8). Після миття матеріал потрапляє до сепаратора (14), де відбувається відокремлення алюмінієвої фольги від поліетиленової плівки. Таким чином, на виході сепаратора отримуємо два види сировини: алюмінієву фольгу та поліетиленову плівку.

Досліджено процес хімічного поділу шарів вторинних багат шарових полімерних пакувальних матеріалів з алюмінієвим шаром у розчині оцтової кислоти. Визначено температурні, концентраційні параметри процесу, що забезпечують гарантоване відділення алюмінію. Експериментально встановлено, що в інтервалі температур 60-90°C концентрації кислоти 80-90% відбувається відокремлення алюмінієвої фольги від поліетиленової плівки в результаті утворення на фоні шарів основного ацетату алюмінію. При утворенні однозаміщеного ацетату алюмінію виникає опалісценція розчину і процес відділення алюмінію значно сповільнюється, а при утворенні двозаміщеного ацетату алюмінію процес припиняється. Модифікована інженерна методика розрахунку шнеку реактора для хімічного поділу вторинних багат шарових полімерних пакувальних матеріалів типу дой-пак та «Тетра-пак». В результаті лабораторних експериментів

реалізовано та досліджено безвідходний процес отримання вторинних полімерних композиційних матеріалів з паперово-полімерних шарів багатошарових алюмінієвих пакувальних матеріалів та вторинного поліетилену методом гарячого валкового пресування. Показано, що фізико-механічні властивості вторинних полімервмістких композиційних матеріалів при повторній переробці підвищуються і досягають 80% від властивостей композитів з вихідних первинні матеріалів. З метою визначення технологічних параметрів процесу отримання вторинних полімервмістких композиційних матеріалів розроблена математична модель, використовує методи механіки крихкої руйнації для визначення фізико-механічних властивостей одержуваного композиту в залежності від розмірів та властивостей частинок наповнювача, температури валкового формування та властивостей матеріалу [15, 16, 17,18].

3.1.2 Піроліз комбінованої полімерної упаковки дой-пак

Піроліз – це безкисневий терморозклад матеріалу. По способу нагріву бувають: газові, на рідкому або твердому паливі, плазменні, а також за допомогою НВЧ-випромінювання. На виході ми отримуємо такі компоненти: алюміній, вуглець, піролізна рідина, парафін. Піролізна рідина потребує подальшої перегонки в товарні фракції або може бути використана для опалення приміщень або як власне паливо для піролізу. Піроліз пластику та пластмас у даному випадку, якщо йдеться про утилізацію багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак – це спалювання полімерних відходів, що містять вуглеводні, у безкисневому середовищі при температурі близько 600 С. Під час цього процесу тверді речовини перетворюються на гарячий газ, який можна використовувати для отримання теплової енергії і в рідину – мазут. Схема представлена нижче на рисунку 3.3.

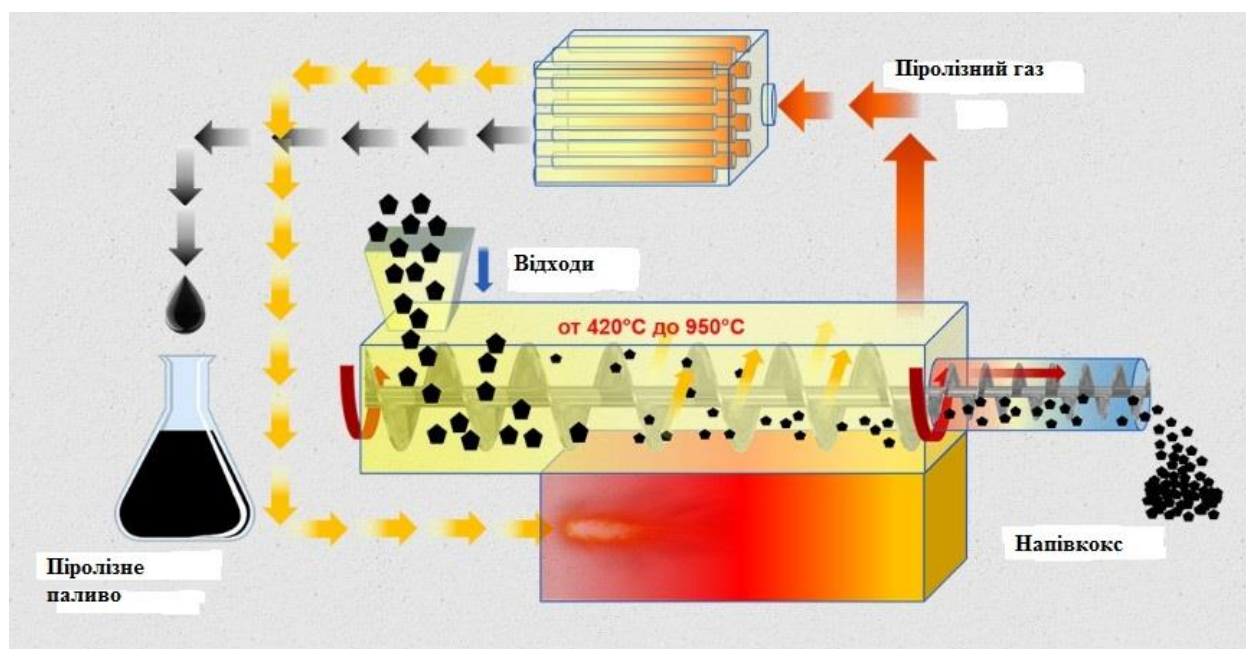


Рисунок 3.3 – Схема технологічного процесу піролізу

З рідини, отриманої в результаті піролізу пластмаси зараз навчилися видобувати синтетичне паливо, яке після додаткового очищення може бути використане в двигунах внутрішнього згорання. Однак, технологія очищення в даному випадку настільки складна, що про будь-яку рентабельність даного способу поки не може бути й мови. У подібній ідеї насправді нічого нового просто немає. У Німеччині вже до початку Другої світової війни метод піролізу широко використовувався для отримання пального: фашистські танки в'їхали в СРСР на рідкому паливі, отриманому з кам'яного вугілля за технологією Фішера-Тропша. Зрозуміло, відтоді вимоги до якості палива зазнали серйозних змін. При піролізі пластика знищується приблизно 99,9% шкідливих речовин, які були додані до полімерів при виробництві. Зола, що залишилася після піролізу, можна брикетувати і використовувати в якості пічного палива. Тому відходи піролізу пластику є абсолютно безпечними. Однак цей метод не позбавлений і недоліків, головним з яких є те, що в процесі піролізу утворюється багато шкідливих хімічних сполук. Для того, щоб вони не потрапляли в атмосферу, необхідно використовувати досить складні системи фільтрації та очищення.

Це досить дороге обладнання, що не найкраще позначається на

рентабельності даного методу утилізації упаковки дой-пак. До того ж, оскільки кількість споживання пластмас зростає з кожним днем, ринок зазнає дефіциту полімерної сировини [14]. Варто також виділити такі технологічні етапи піролізу: На першому етапі здійснюється необхідна обробка пластикових відходів: вони проходять сортування, подрібнення та миття.

Далі оброблений пластик відправляється в реактор. Тут під впливом температури +600 °С і без доступу повітря полімер спочатку розплавляється до стану густої рідини, а потім перетворюється на газ. Цей газ проходить через систему очищення та охолодження. При цьому речовина знову переходить у рідкий стан із характерними властивостями мазуту. З отриманого мазуту можна виготовляти різну продукцію: наприклад, синтетичне паливо двигунів внутрішнього згорання. Крім рідини, в результаті піролізу утворюються ще дві фракції: зола, яка упаковується в брикети і застосовується як пічне паливо, і газ, який виділяється в атмосферу. Зазначимо, що, проходячи через піролізний реактор, такі матеріали як поліетилен, поліпропілен і полістирол втрачають майже третину своєї маси, а поліуретан – до половини. Таким чином, можна виділити дві ключові переваги піролізу.

Дана технологія дозволяє виготовляти з пластикових відходів корисні та затребувані продукти, зокрема – мазут, дизельне та пічне паливо. Додамо, що цими видами продукції можливості піролізу не вичерпані. За допомогою піролізного реактора також можна отримувати гарячий газ для котелень та ТЕЦ. Для цього потрібно трохи змінити описаний вище технологічний процес, зупинивши його на фазі переходу пластику в газоподібний стан.

Піроліз дозволяє знищити 99% шкідливих речовин, що входять до складу пластику. Таким чином, це один із найбільш екологічних варіантів переробки відходів упаковки дой-пак.

Що ж до недоліків піролізу, необхідно виділити такі моменти.

У процесі роботи піролізного реактора вивільняється досить велика кількість шкідливих хімічних сполук. В принципі, при належному оснащенні

обладнання системою фільтрації та очищення цей фактор не повинен бути серйозною проблемою. Але тут ми впритул підходимо до другого пункту.

Якісне обладнання для піролізу коштує досить дорого. Приклад піролізної установки представлений на рисунку 3.4. Щоб організувати процес роботи піролізного реактора за всіма правилами, потрібні серйозні фінансові вкладення, які під силу далеко не всім компаніям.



Рисунок 3.4 – Приклад піролізної установки для переробки пластику

Широко поширений раніше метод спалювання полімерних відходів з використанням тепла, що утворюється, знаходить все більше противників, так як вимагає великих витрат на спеціальні установки та фільтри уловлювання газоподібних токсичних продуктів. Методи хімічної деструкції та біологічні методи розглядаються як перспективні, але сьогодні обмежені в застосуванні через досить високі вимоги до молекулярної однорідності та чистоти відходів. Піроліз, що представляє високотемпературне розкладання відходів без доступу кисню з одержанням напівкоксу та пального газу, в даний час розглядається як один із альтернативних шляхів переробки багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак та ін. [19, 20].

Варто зазначити, що в Україні є діючі підприємства, де використовується піроліз для утилізації відходів пакування типу дой-пак,

автомобільних шин, а також інших видів полімерів, які можуть не підлягати вторинній переробці (вони сильно забруднені нафтопродуктами, іншими хімічними сполуками або маються в невеликій кількості в компанії-заготівельника вторинної сировини).

3.1.3 Технологія переробки комбінованої полімерної упаковки дой-пак CreaSolve®

Процес дозволяє отримати перероблений пластик, що має дуже чисті та якісні властивості матеріалу. Процес CreaSolv® на основі розчинника ефективно видаляє забруднюючі речовини та добавки, які знижують якість переробленого пластику, отриманого внаслідок звичайних процесів переробки. Це означає, що широкий спектр дуже чистих пластиків може бути відновлений, навіть якщо вони присутні в змішаних пластикових відходах або наприклад при переробці полімерного багат шарового пакування типу дой-пак. Висока якість переробленого пластику дозволяє повторно використовувати його для пластмасових виробів. Полімер розчиняють у спеціальному розчиннику. Використовуються лише безпечні для користувачів та навколишнього середовища розчинники, сертифіковані відповідно до критеріїв GHS (Глобально гармонізована система). Специфічна розчинність полімерів дозволяє видобувати їх із високим ступенем чистоти. Небезпечні розчинники мають високу температуру займання та не гарантують безпечну роботу установки. Чисті компоненти, що не розчинилися, видаляються механічно. Розчинені речовини (наприклад, нецільові полімери, друкарські фарби, оксид алюмінію, небезпечні речовини) видаляються на молекулярному рівні за допомогою спеціальних стадій очищення. Після очищення одержують розчин макромолекул цільового полімеру. Розмір і молекулярно-масовий розподіл цих макромолекул такі самі, як і в первинних матеріалів. Осад цільового полімеру виділяють з розчинника шляхом осадження. Перероблений сухий полімер сушать. Обробка розчинником, перегонка розчинника, отриманого на стадіях

очищення, сушіння, осадження та сушіння, та його повернення в процес рециркуляції. Продукт у вигляді переробленого пластику має високу якість і може використовуватися як вторинна сировина для виробничого циклу. Переробка із замкнутим циклом навіть для пластикових композитів. CreaSolv процес заснований на селективному поділі, що дозволяє видобувати чисті полімери зі складних сумішей пластмас. Цільовий пластик ефективно відокремлюється від інших матеріалів, таких як метал, дерево та нерозчинені полімери. Змішані пластикові відходи та композитні пластикові матеріали, такі як ламіновані плівки та матеріали після подрібнення від утилізації транспортних засобів, що вийшли з експлуатації, а також відходи електронного та електричного обладнання, які досі доводилося утилізувати шляхом рекуперації теплової енергії, закопувати на звалище або експортувати. тепер можуть бути екологічно безпечним чином перероблені. Рециклати з композитних пластиків та змішаних пластикових відходів мають майже вихідну якість і для економіки замкнутого циклу можуть бути повернені у виробничі процеси. Спеціальні модулі очищення також дозволяють відокремлювати небажані матеріали з низькою молекулярною масою. Таким чином процес вперше дозволяє замкнутий цикл переробки забруднених пластикових відходів, таких як будівельні відходи, що містять полістирол, змішаний з антипіренами.

Які переваги процесу CreaSolv® у порівнянні зі звичайними процесами переробки?

- Ефективно видаляються небезпечні матеріали, забруднюючі речовини та добавки, такі як антипірени та пластифікатори.
- Змішані відходи та ламіновані матеріали можуть бути перероблені.
- Пластикові суміші можна переробляти.
- Перероблений пластик має якість первинних матеріалів.
- Можлива замкнута переробка.

Порівняно з методами механічного поділу переробка пластику на основі розчинника має ту перевагу, що цільовий полімер розчиняється

вибірково і таким чином витягується з високим ступенем чистоти. Інші полімери та інші тверді речовини залишаються нерозчиненими та можуть бути ефективно видалені. Розчинені забруднюючі речовини, такі як антипірени та пластифікатори, відокремлюються за допомогою спеціальних розчинників, що дозволяє видобувати перероблені пластмаси високої чистоти. Фракції відходів, які не можуть бути перероблені за допомогою звичайних переробних процесів, можуть бути використані та перероблені в процесі CreaSolv® Recycling (рисунок 3.5).

Співпраця зі спеціалізованими промисловими партнерами. Дослідницька група Fraunhofer IVV розробила процес CreaSolv® у співпраці з CreaCycle GmbH у Гревенброху, спеціалізованим виробником систем розчинників, які становлять мінімальний ризик для користувачів та навколишнього середовища (в ідеалі, що не потребують класифікації GHS).

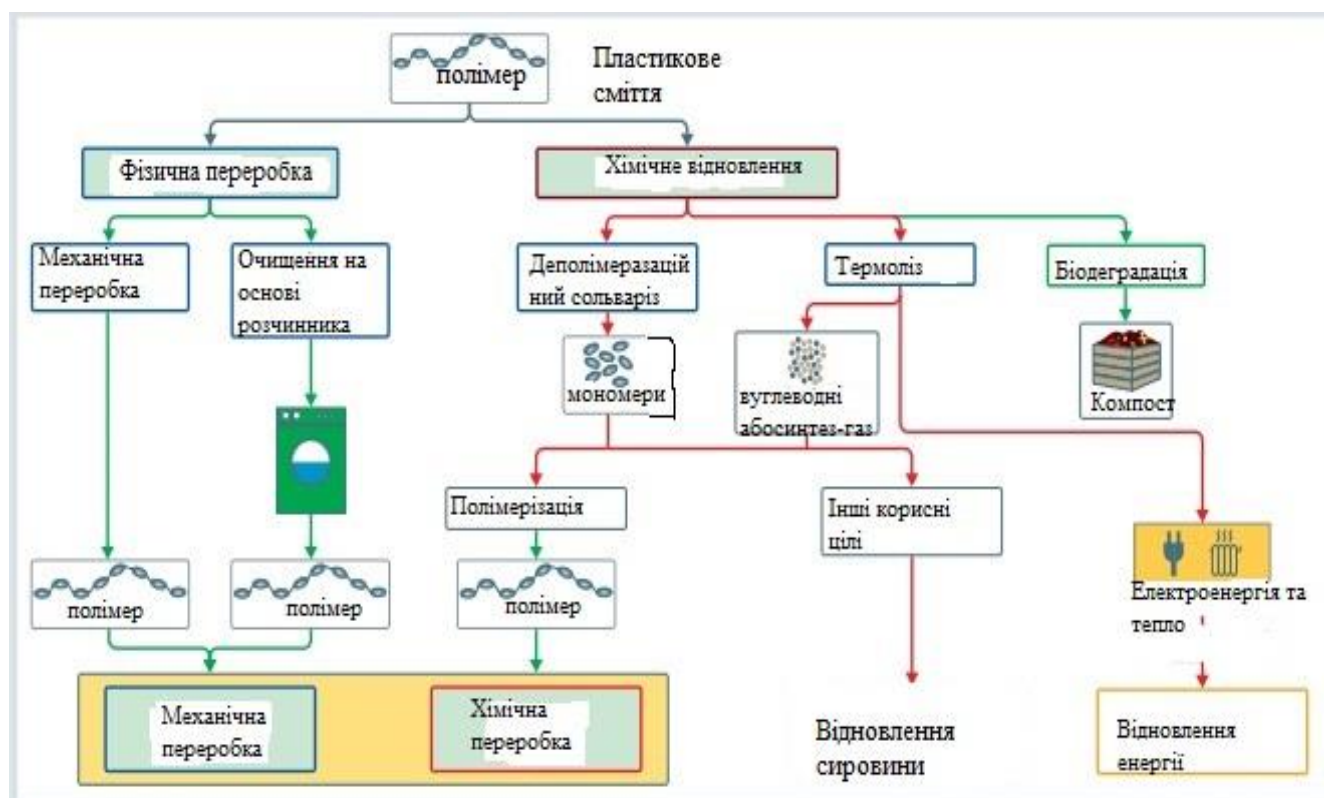


Рисунок 3.5 – Технологія та принципи CreaSolv® Recycling

Переробка багатшарових пакувальних матеріалів, що використовуються для ефективного захисту продуктів є величезною

проблемою для компаній, що займаються переробкою. Різні матеріали повинні бути розділені спочатку, а потім оброблені окремо. Процес CreaSolv® дозволяє переробляти як упаковку, що була у використанні, так і промислові відходи в замкнутому циклі. Процес може бути пристосований до конкретного складу відходів. Він розчиняє цільові полімери у вигляді мономатеріалів із змішаних пластиків або композитів та переробляє їх у високоякісні регрануляти. Потім їх можна використовувати, наприклад, для нових пакувальних матеріалів. Таким чином, квоти на переробку композитної упаковки та багат шарових плівок можуть бути значно збільшені.

Ряд заводів, призначених для використання процесу CreaSolv®, знаходяться на стадії будівництва. Перший завод, що діє, був введений в експлуатацію в 2018 році компанією Unilever в Індонезії. Він переробляє три метричні тонни матеріалу на день. Ми надаємо експертні послуги на місці на всіх об'єктах, які вводять в експлуатацію цю нову та передову технологію переробки. Технологія CreaSolv® пропонує екологічно чистий та стійкий процес утилізації пакувальних матеріалів [23,24]. Короткий принцип технології CreaSolv® (рисунок 3.6).

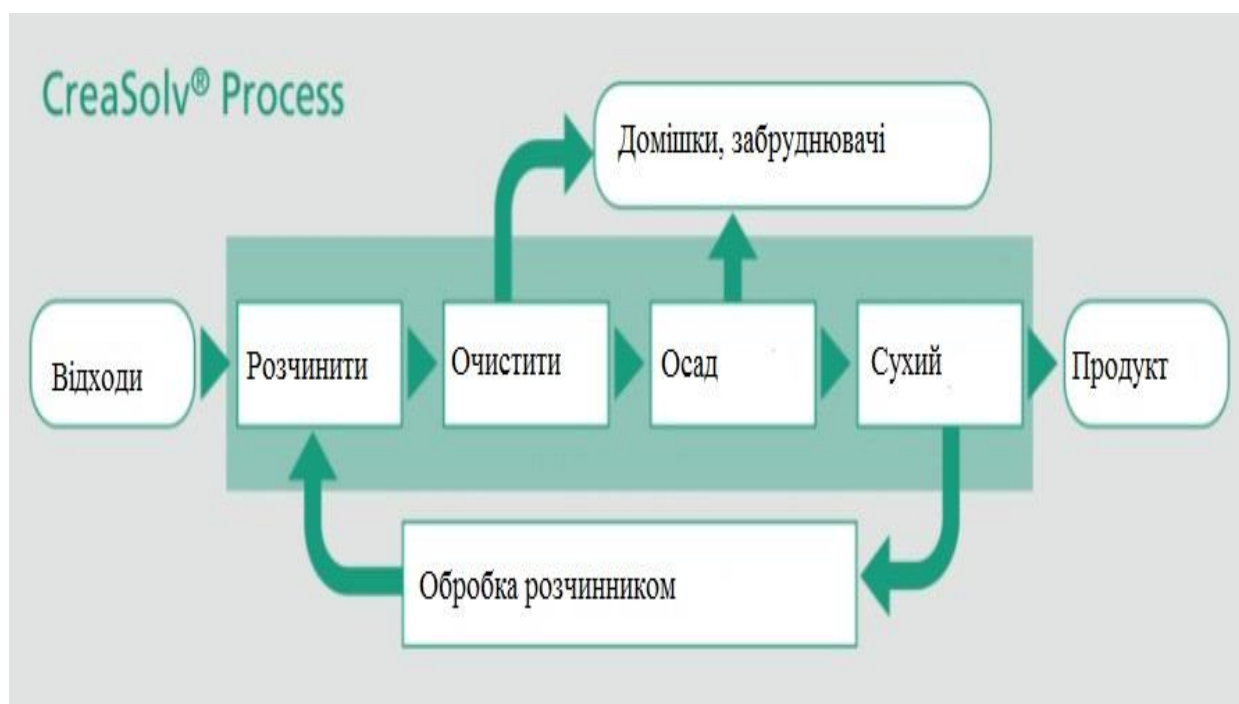


Рисунок 3.6 – Схема технології CreaSolv®

3.2 Інші напрями вирішення проблеми утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак

В Україні й світі також присутні й інші методи утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак. Наприклад це метод деструкції пластиків. Існують декілька видів деструкції.

Термічна

Це один із основних видів деструкції. Процес проходить при високій температурі, для кожного полімеру – від + 200 до + 500 градусів С. Як правило реакція деградації полімерів проходить за радикально-ланцюговим сценарієм. Термічна деструкція полімеру в залежності від умов може призвести до отримання полімерів з меншою довжиною ланцюга, низькомолекулярних олігомерів або мономерів. У разі глибокої деструкції можливе повне руйнування органічних сполук з одержанням коксу. Наприклад, реакція термічного розкладання полівінілхлориду включає радикальні, іонні та молекулярні процеси, в кінці яких полімер повністю обвуглюється. У присутності кисню та інших окислювачів термодеструкція перетворюється на термо-окислювальну.

Фотохімічна

Такий вид деструкції полімерних матеріалів, званий також фотоліз ініціюється фотонами світла, що поглинаються хромоформними ланками як самого полімеру, так і продуктами розпаду, що містяться в ньому, і домішками. Фотохімічна деструкція характерна також супроводжує процес руйнування макромолекули зшиванням уламків полімерів. Крім цього, під час такої деструкції характерне утворення нових подвійних зв'язків та радикалів. При дії кисню паралельно зі світлом починається процес фотоокислювальної деструкції.

Радіаційна

Деструкція цього типу виникає під впливом жорсткого іонізуючого альфа-, бета- та гамма-випромінювання, а також прискореними електронами або іонами. Механізм взаємодії полягає у відщепленні від макромолекули

водню та бічних груп невеликого розміру, зазвичай метилової або етилової. Радіаційна деструкція також призводить до зшивки молекул, яка може бути навіть більшою за безпосередньо деструктивне руйнування і призводити до утворення сітчастих структур.

Механічна

Така деструкція, яка також називається механохімічною, відбувається під дією на полімер статичних або знакозмінних механічних напруг. Також механічна деструкція розвивається при інтенсивному перемішуванні полімерного розплаву чи розчину.

Інші види

- Озонна деструкція також призводить до дії окисних реакцій. Через високу хімічну активність озону процес проходить у поверхневих шарах пластику. Зазвичай він призводить до руйнування поверхні матеріалу та її розтріскування.

- Гідролітична деструкція проходить під одночасним вплив води і кислого або лужного середовища. За нормальних умов вона проходить на поверхнях полімерів і полягає у проникненні у води та хімікатів у їх поверхневі шари.

- Біологічна деструкція протікає під впливом ферментів, що виділяються мікробами та складними живими організмами.

Процес деструкції, як правило, погіршує властивості матеріалів та руйнує вироби. З деструкцією полімерів під час переробки та подальшої експлуатації виробів постійно ведеться боротьба, основним способом якої є стабілізація полімерних матеріалів у різний спосіб.

Тим не менш, іноді деструкція має позитивний ефект. Наприклад, використовуючи процес контрольованої деструкції виробляють певні полімери. Прикладом є полівініловий спирт (ПВС), який виходить за допомогою лужного гідролізу полівінілацетату. Механоокислювальна деструкція застосовується при вальцуванні каучуків для їх пластикації, коригування властивостей та введення адитивів. Гідролітична деструкція

допомагає надати шорсткості деяким виробам, наприклад поліефірів і т. д. [25].

Також існують методи механічного розділення полімерного пакування типу дой-пак. Він вважається одним з найекологічніших методів, одним з факторів його вартості є закупка високопродуктивних вихрових млинів. Готові комплекси не дуже продуктивні (приблизно 300кг переробленої сировини за годину), також проблематичним є те, що під майже кожний різновид багат шарового пакування типу дой-пак потрібно додаткове налаштування переробної лінії для максимальної продуктивності її роботи та отримання чистої сировини. В ідеалі потрібно мати цілий комплекс з різних ліній переробки для того щоб охопити як можна більше різновидів по переробці упаковки дой-пак.

Технологічно він влаштований так: відсортоване пакування дой-пак потрапляє до ножової дробарки, де подрібнюється до маленької фракції (приблизно 10 мм) потім подрібнюється в роторно-вихровому млині до стану фракційно тонких порошоків алюмінію та пластику. Цей етап проходить з водяним охолодженням. Потім проходить процес додаткового розділення через сито на меншу та більшу фракції, де більша фракція знову потрапляє до вихрового млина, а менша потрапляє до електростатичного сепаратора з подальшим розділенням на дві різні фракції: алюміній та пластик. Отриману сировину можна реалізувати як два види сировини. Алюміній продають на переплавку та використовують в металургійній промисловості, а пластик може бути використаний в декількох напрямках, наприклад в виробництві різних товарів та предметів де використовують вторинний пластик, додаватися в полімер-піщану суміш або до асфальтобетону. На рисунку 3.7 наведено приклад, як виглядає роторно-вихровий млин тонкого помолу, який застосовують в різних галузях, а також для переробки полімерної продукції.



Рисунок 3.7 – Роторно-вихровий млин тонкого помолу для переробки полімерів

3.2.1 Використання переробленого пакування дой-пак та інших видів полімерів при будівництві доріг з асфальту

Такий метод утилізації полімерного пакування дой-пак та інших пластикових відходів має свої переваги. Велика перевага є в тому, що для використання його при будівництві доріг, не потрібно розділяти різні шари упаковки, а додавати її разом з алюмінієвим шаром. Перед додаванням упаковки дой-пак або інший пластик, потрібно буде перегнати через дробарку, щоб отримати певну фракцію сировини, після чого додавати в якості зв'язуючої речовини до асфальту.

Суть пластикових доріг відбивається у самій їх назві. Це дороги, які виготовляються або повністю із пластику, або з композитів пластику з іншими матеріалами (наприклад перероблений дой-пак + інші компоненти

асфальту). Будують такі дороги, в основному, з переробленого пластику: побутові відходи, одноразовий посуд, кришечки пляшок, ковпачки, соломинки, пластикові меблі і т.д. Сировина для такого будівництва могла просто опинитись на звалищі, але замість забруднювати землю і океан, старий непотрібний пластик переробляють і він буде приносити користь. Приклад додавання подрібненого пластику до асфальту – рисунок 3.8.



Рисунок 3.8 – Додавання подрібненого пластику до асфальту під час будівництва

Наприклад, пластмасово-бітумні композитні дороги можуть використовувати різні види пластмаси, тим самим збільшуючи повторне використання пластику. Адже більшість пластикових відходів не рециркулюються, тому що вони зазвичай змішуються з різними типами пластику та не-пластику (наприклад, з паперовими етикетками), і досі процес поділу трудомісткий та фінансово затратний. У випадку з пластиковими дорогами, після закінчення терміну служби пластикових панелей сировину знову можна переробити для створення нових збірних елементів. Крім того, пластикові дороги – це рішення на користь зменшення використання асфальту, що заощаджує природні ресурси. Адже асфальтобетон вимагає нафти, яка стає дефіцитнішою. Ще один плюс — викид парникових газів при виробництві доріг із пластику на 30 т менший, тому що 10% бітуму в них замінено переробленим пластиком. Практичні дослідження показали, що

пластикові композитні дороги демонструють характеристики, що перевершують звичайні асфальтобетонні дороги. Зокрема, вони показують кращу зносостійкість та вимагають мінімального технічного обслуговування. Тести показали, що пластикові дороги більш стійкі до погодних впливів та температур. Крім того, розробники різних країн говорять про більш високий термін безперебійної роботи пластикових доріг. Так, у порівнянні з асфальтовим та бетонним покриттями, пластикове не дає широких тріщин та вибоїн (непогані новини для України). Це пов'язано з тим, що полімерно-бітумні композитні дороги, на відміну від стандартних асфальтобетонних, не вбирають воду, мають більшу гнучкість, що призводить до зменшення пошкоджень і потреби в ремонті. Дорожні покриття залишаються гладкими, вимагають меншого догляду та краще поглинають звук. Варто зазначити, що зменшення кількості пошкоджень дороги підвищує її безпеку, оскільки це автоматично зменшить кількість дорожньо-транспортних пригод та ймовірність пробок. Ще однією величезною перевагою сучасних пластикових доріг є висока швидкість їхнього монтажу. Наприклад, нідерландська компанія KWS будує модульні пластикові дороги, які легше та швидше укладати. Якщо для створення асфальтових та бетонних доріг потрібні місяці (якщо не роки), то пластикові дороги збудують за кілька тижнів. Творці технології стверджують, що швидкість монтажу пластикових доріг швидше за звичайні, адже немає необхідності проведення землерийних та дорожньо-будівельних робіт. Так, голландські розробники підняли швидкість робіт на 70%. Значним плюсом модульних конструкцій є їхня порожня структура, де можна розміщувати різні комунікації, кабелі та водовідведення. Крім того, конструкція дає можливість подальшої модифікації: установки датчиків руху, підключення обігріву дороги. Ще одним, приємним для автомобілістів, плюсом пластикових доріг є те, що вони за своєю природою проникні і забезпечують меншу затримку руху, що знижує споживання бензину.

Дороги, які виробляють із чистого пластику, вимагають використання

сумісних пластмас, оскільки при розплавленні пластмаси різних типів можуть розділятися по фазі та фізичним властивостям, тим самим викликаючи структурні недоліки, які можуть призвести до передчасного руйнування. Крім того, пластмаса в дорозі може розпадатися на мікропластик, частинки якого проникають у ґрунт та водойми. Цей мікропластик може поглинати інші забруднювачі. Ще одним мінусом є те, що ця технологія не перевірена часом. Розробники запевняють, що очікуваний термін служби пластикових доріг складе приблизно 30 років, проте підтвердження цього немає, адже сама технологія є відносно новою.

Безперечно, пластикові дороги допомагають у питанні утилізації старого пластику, проте повного впливу самих доріг на екологію ще не вивчено.

Індія - світовий лідер за технологією створення «пластикових» доріг. Технологію створення доріг із пластику в Індії у 2002 році розробив Раджагопалан Васудеван, професор хімії Інженерного коледжу Тіагараджара у південному місті Мадурай. Він запатентував технологію перетворення звичайного сміття на дорожнє покриття, яке частково замінює бітум — основний компонент асфальту. У методиці Васудевана використовують тонко подрібнене пластикове сміття, яке додають до нагрітого бітуму. Потім цю суміш виливають на камінці. Хоча основною сировиною є пластикові пляшки, пластикові відходи можуть включати все: від цукеркових обгортки до пакетів. Суміш скорочує кількість необхідного бітуму на 8-10%. Таким чином, створено близько 100 тисяч кілометрів індійських доріг. І на цьому Індія не зупиняється. Нещодавно міністр рибальства індійського штату Керала Дж. Мерсікутті Амма розробила план, завдяки якому із пластику, який рибалки виловлюють в океані, вже побудували 34 тисячі кілометрів доріг. Під її керівництвом уряд штату розпочав кампанію під назвою «Чисте море», яка навчає рибалок та повертати його на берег. Така потреба виникла через те, що кожен із 1,3 мільярда жителів Індії щорічно використовує близько 11 кг пластику – більша його частина потрапляє до Індійського

океану та Аравійського моря. У рамках плану лише у перші 10 місяців рибалки виловили з Аравійського моря близько 25 т пластику, зокрема 10 т поліетиленових пакетів та пляшок. Усі ці відходи рибалки доставляли на сушу, де їх подрібнювали та переробляли на матеріал для покриття доріг. Більшість цих доріг є дорогами місцевого значення.

Досвід Великобританії. Британський інженер Тобі Маккартні розробив інноваційний процес, який дозволяє замінити більшу частину сирової нафти, основи бітуму в асфальті, на крихітні гранули пластику, створені з пляшок.

«Результатом такої інновації стало покриття на 60 відсотків дешевше, ніж традиційні технології будівництва, в 10 разів міцніше, і набагато краще для навколишнього середовища», - стверджує автор проекту MacRebur Тобі Маккартні. Маккартні вперше задумав цю ідею після того, як йому набридло латати вибоїни в дорогах біля свого будинку. Знайома ситуація, чи не так? Він працював в Індії та бачив, як люди заповнюють вибоїни пластиковим сміттям та виплавляють його прямо на місці. Продукт MacRebur по суті наповнює бітум переробленими пластиковими відходами, тому дороги стають міцнішими і містять менше нафтопродуктів, необхідних для зв'язування гравію. На розробку пластикового дорожнього покриття знадобилося 18 місяців тестування, і сьогодні дорога, побудована Маккартні, вже введена в експлуатацію [26, 27].

Нідерланди. У вересні 2018 року муніципалітет міста Зволле відкрив 30-метрову велодоріжку, зроблену з переробленого пластику. Проект із створення подібних доріг має дати використаним пляшкам друге життя, а також прискорити темпи дорожнього будівництва. Пластикова дорога (PlasticRoad, рисунок 3.9) яка, за словами її розробників, "складається з переробленого пластику настільки, наскільки це можливо", була створена компанією KWS спільно з компаніями Wavin та Total oil and gas group. Проект підтримав муніципалітет міста. Розробники сподіваються, що особлива структура зможе ефективно захищати доріжку від дії води. Крім того, вони встановили спеціальне заглиблення, в якому може накопичуватися

вода. Також автори проекту запевняють, що такі дороги зможуть служити втричі довше, ніж традиційні [27–30].



Рисунок 3.9 – Приклад модульної дороги з переробленого пластику від компанії VolkerWessels «PlasticRoad»

3.3 Розширена відповідальність виробників

У сфері управління відходами, розширена відповідальність виробника (EPR) – це стратегія додавання всіх екологічних витрат, що з продуктом, з усього продукту життєвий цикл до ринкової ціни цього товару. Законодавство про розширену відповідальність виробника є рушійною силою прийняття ініціатив з відновлення, оскільки воно «фокусується на обробці споживчих товарів наприкінці використання та має головну мету – збільшити обсяг та ступінь відновлення продукції, а також мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Вперше ця концепція була офіційно представлена у Швеції Томасом Ліндквістом у звіті 1990 року для шведського Міністерства навколишнього середовища. У наступних звітах, підготовлених для Міністерства, з'явилося таке визначення: «[PBB] – це стратегія захисту довкілля, спрямовану досягнення екологічної мети зниження загального

впливу продукту на довкілля, шляхом покладання виробника відповідальності за весь термін його служби». Передача відповідальності виробникам як забруднювачам не лише питанням екологічної політики, а й є найефективнішим засобом досягнення вищих екологічних стандартів.

Використання EPR для заохочення виробників до розробки екологічно безпечних продукції, що покладає на виробників відповідальність за витрати на управління їх продукції після закінчення терміну служби. Цей політичний підхід відрізняється від управління продуктом, який поділяє відповідальність по всьому ланцюжку поставок продукту тим, що він намагається звільнити місцеві органи влади від витрат на управління деякими пріоритетними продуктами, вимагаючи у виробника, включити вартість переробки в ціну продукту.

EPR заснований на тому принципі, що виробники (зазвичай власники брендів) мають найбільший контроль над дизайном продукції та маркетингом і мають найбільші можливості та відповідальність за скорочення токсичності та відходів. EPR можуть приймати форму повторного використання, викупу або програми утилізації. Виробник також може делегувати цю відповідальність третій стороні, так званої організації відповідальності виробника (PRO), якою виробник сплачує управління використаною продукцією. Таким чином, EPR перекладає відповідальність за управління відходами з уряду на приватний сектор, зобов'язуючи виробників, імпортерів та/або продавців включати витрати на управління відходами у ціни на свої продукти та забезпечувати безпечне поводження з ними.

Гарним прикладом організації відповідальності виробників є PRO Europe SPRL (Європейська організація з відновлення упаковки), заснована у 1995 році, парасолькова організація для європейського пакування та пакувальних відходів утилізації та схем переробки. Управління продукцією таких організацій, як PRO Europe, покликані звільнити промислові компанії та комерційні підприємства від своїх індивідуальних зобов'язань щодо повернення використаних продуктів за допомогою діяльності організації, яка

виконує ці зобов'язання на загальнонаціональній основі від імені своїх компаній-членів. Наша мета – забезпечити збирання та переробку відходів упаковки найбільш економічним та екологічно безпечним способом. У багатьох країнах це робиться за допомогою товарного знаку Green Dot, генеральним ліцензіаром якого є PRO Europe. У двадцяти п'яти країнах компанії тепер використовують зелену точку як символ фінансування для організації відновлення, сортування та переробки торгової упаковки.

У відповідь на проблему надмірних відходів, що росте, кілька країн прийняли політику поводження з відходами, згідно з якою виробники несуть відповідальність за забирати свою продукцію у кінцевих користувачів. Після закінчення терміну корисного використання продуктів або часткового фінансування інфраструктури збору та переробки. Ці правила були прийняті через відсутність інфраструктури збору для певних продуктів, що містять небезпечні матеріали, або через високі витрати місцевих органів влади на надання таких зборів.

Таким чином, основні цілі цих законів про повернення полягають у налагодженні партнерських відносин із приватним сектором для забезпечення поводження з усіма відходами таким чином, щоб захистити громадське здоров'я та навколишнє середовище. Цілі законів про повернення товарів:

- спонукати компанії розробляти продукти для повторного використання та скорочення кількості матеріалів;
- правильні ринкові сигнали споживача шляхом включення витрат за утилізацію відходів у ціну товару;
- просувати інновації у технологіях вторинної переробки.

Програми повернення допомагають просувати ці цілі, створюючи у компаній стимули для розробки продуктів, що мінімізують витрати на утилізацію відходів, для розробки продуктів, які містять безпечніші матеріали (тому не потрібно керувати ними окремо) або розробляти продукти, які легше переробляти і повторно використовувати (так що

переробка стає більш прибутковою). Найбільш рання діяльність з повернення почалася в Європі, де ініціатива щодо повернення, спонсорована державою, виникла через побоювання з приводу нестачі місця для звалища сміття та потенційно небезпечних речовин у складових частинах різних видів упаковки та товарів. Європейський Союз ухвалив директиву з утилізації електричного та електронного обладнання (WEEE). Метою даної директиви є запобігання утворенню відпрацьованої електроніки, а також заохочення повторного використання та переробки таких відходів. Директива вимагає, щоб держави-члени заохочували методи проектування та виробництва, які враховують майбутній демонтаж та відновлення їхньої продукції. Ці програми були прийняті майже в усіх країнах ОЕСР. У Сполучених Штатах Америки більша частина цих політик була реалізована на рівні штатів.

Переваги

Коли виробники стикаються з фінансовими або фізичними тягарями переробки своєї електроніки або упаковки після використання, вони можуть бути зацікавлені в розробці більш екологічних, менш токсичних і електронних пристроїв, що легко переробляються. Використання меншої кількості матеріалів та розробка продуктів, розрахованих на більш тривалий термін служби, можуть знизити витрати виробників наприкінці терміну служби. Таким чином, розширена відповідальність виробника часто згадується як один із способів боротьби із запланованим моральним старінням, тому що це фінансово стимулює виробників розробляти дизайн для вторинної переробки упаковки та продовжувати термін служби продукції. На додаток до боротьби із запланованим моральним зносом, поклавши частину фінансової відповідальності за оплату та управління відходами на виробника, можна зменшити тиск, який чиниться на уряди. В даний час багато урядів несуть тягар утилізації і витрачають мільйони доларів на збирання та видалення відходів. Однак ці плани зазвичай зазнають невдачі через те, що в урядів недостатньо грошей для їх створення та забезпечення належного дотримання. Покладання відповідальності на

виробників за утилізацію своєї продукції може дати урядам більше свободи у створенні законодавства, яке сприяє стійкості з невеликими витратами для обох сторін, а також підвищує поінформованість щодо проблем, які прагне вирішити РВП. Одна з переваг для РВВ полягає в тому, що він стає дедалі більш ефективним, оскільки політика РВВ надає тиск на країни, що експортують свої електронні відходи. Регулювання цих електронних відходів змушує інфраструктуру займатися відходами або впроваджувати нові засоби створення продуктів від виробників. У міру того, як дедалі більше країн ухвалюють цю політику, інші країни не можуть ігнорувати ці питання. Наприклад, коли Китай припинив імпорт електронних відходів із США, у портах утворилося накопичення відходів. Відсутність інфраструктури з переробки електронних відходів у США стала можливою через можливість експорту та недбалості виробників. Тиск цього зростаючого звалища електронних відходів змушує країни мати власну інфраструктуру і змусить виробників накласти більше правил з боку уряду, штату та федерації.

Недоліки

Деякі люди мають побоювання щодо програм розширеної відповідальності виробників за складну електроніку, яку складно переробляти безпечно, наприклад, літій-іонні полімерні батареї. Інші побоюються, що такі закони можуть призвести до збільшення вартості електроніки, оскільки виробники додадуть витрати на переробку у початкову ціну. Коли компаніям потрібно транспортувати свою продукцію на підприємство з переробки, це може бути дорогим, якщо продукт містить небезпечні матеріали і не має цінності брухту, наприклад телевізори з ЕЛТ, які можуть містити до п'яти фунтів свинцю. Організації та дослідники, які виступають проти EPR, заявляють, що цей мандат уповільнить інновації та перешкоджає технологічному прогресу.

Інші критики стурбовані тим, що виробники можуть використовувати програми повернення, щоб вивести електроніку з ринку повторного використання, шляхом подрібнення, а не повторного використання або

ремонту товарів, які надходять на переробку. Ще один аргумент проти EPR полягає в тому, що політика EPR не сприяє розвитку екологічно безпечних конструкцій, тому що «виробники вже починають рухатися до скорочення використання матеріалів на одиницю продукції, зниження енергоспоживання під час виробництва та доставки кожного продукту та покращення екологічних характеристик». Reason Foundation стверджує, що EPR не зрозуміло, як встановлюються збори за конкретні процеси переробки. Встановлено збори, щоб стимулювати переробку, але це може перешкоджати використанню виробництва з використанням якісніших матеріалів для різних електронних продуктів. Плата за певні матеріали не встановлена, тому виникає плутанина, коли компанії не знають, які конструктивні особливості включати до своїх пристроїв.

Реалізація

EPR реалізований у багатьох формах, які можуть бути поділені на три основні підходи:

- обов'язковий;
- договірний;
- добровільний.

Можливо, через тенденцію економічної політики в країнах з ринковою економікою не впливають на переваги споживачів, оскільки уявлення, орієнтоване на виробника, є домінуючою формою розгляду впливу промислового виробництва на навколишнє середовище: у статистиці затрат енергії, викидів в навколишнє середовище, забруднення води тощо. Впливи майже завжди представлені як атрибути галузей («на місці» «або «прямий» розподіл), а не як атрибути ланцюжків постачання продуктів для споживачів. У меншому масштабі більшість існуючих схем корпоративної звітності включають тільки впливи, що виникають в результаті операцій, контрольованих компанією, що звітує, а не впливу на ланцюжок поставок. Відповідно до цього світогляду, «видобуток та переробка [екологічні] впливи ... розподіляються між їхніми безпосередніми виробниками.

Інституційне середовище та сфери впливу різних дійових осіб не відображаються”. З іншого боку, у низці досліджень підкреслюється, що кінцеве споживання та достаток, особливо у промислово розвинених країнах, є основними рушійними силами рівня та зростання тиску на навколишнє середовище. Незважаючи на те, що ці дослідження служать явним стимулом для доповнення екологічної політики, орієнтованої на виробників, з урахуванням аспектів, пов'язаних із споживанням, заходи з боку попиту щодо екологічних проблем використовуються рідко. Зв'язок, створений різними поглядами впливу викликані промисловим виробництвом, ілюструються кількома виступами у дискусії про відповідальність виробника чи споживача за викиди парникових газів. Проте, особливо у країнах з відкритою економікою, облік парникових газів, які у товарах, які продаються на міжнародному ринку, може мати значний вплив на національні баланси парникових газів. Припускаючи відповідальність споживачів, експорт має бути віднято з національних кадастрів парникових газів, а імпорт доданий. У Данії, наприклад, Munksgaard і Pedersen (2001) повідомляють, що значний обсяг електроенергії та інших енергоємних товарів продається через данські кордони, а в період з 1966 по 1994 рік датські країни з точки зору викидів CO₂ збільшився з дефіциту 7 млн т до профіциту в 7 млн т порівняно із загальним обсягом викидів приблизно 60 млн т. Зокрема, торгівля електроенергією між Норвегією, Швецією та Данією схильна до значних річних коливань через різну кількість опадів у Норвегії та Швеції. У вологі роки Данія імпортує гідроелектроенергію, тоді як у посушливі роки електроенергія від вугільних електростанцій експортується. Офіційний датський кадастр викидів включає виправлення на торгівлю електроенергією і, таким чином, застосовує принцип відповідальності споживачів. Аналогічним чином, на рівні компанії, «при прийнятті концепції екологічної ефективності та обсягу системи екологічного менеджменту, зазначеної, наприклад, ISO 14001, недостатньо просто повідомити про викиди вуглекислого газу, обмежені судовими межами компанії». «Наполягання на

високих екологічних стандартах з боку постачальників та забезпечення того, щоб сировина видобувалася або вироблялася екологічно безпечним способом, – це початок». В рамках РВВ також враховується перспектива життєвого циклу: «Виробники продукції повинні нести значний ступінь відповідальності (фізичний та/або фінансовий) не лише за вплив на навколишнє середовище своєї продукції після обробки та утилізації їх продукції, а й також за їхню діяльність, пов'язану з вибором матеріалів та дизайном продуктів». Основний імпульс для РВВ прийшов з північних європейських країн наприкінці 1980-х і на початку 1990-х років, оскільки вони зіткнулися з серйозним браком місця для сміттєзвалищ. В результаті РВВ зазвичай застосовується до відходів після споживання, які збільшують фізичний і матеріальні збитки, фінансові вимоги до управління міськими відходами. EPR рідко піддається послідовній кількісній оцінці. Більш того, застосування стандартної оцінки життєвого циклу та визначення впливу на навколишнє середовище для виробників та споживачів може призвести до подвійного обліку. Використовуючи аналіз витрат-випуску, дослідники протягом десятиліть намагалися узгоджено враховувати як виробників, так і споживачів в економіці. Галего та Лензен демонструють та обговорюють метод послідовного поділу ланцюжків поставок виробників на взаємовиключні та колективно вичерпні обов'язки, які мають поділяти всі агенти в економіці. Їх метод – це підхід до розподілу відповідальності між агентами у повністю взаємозалежній круговій системі. Вплив на довкілля до і після переробки розподіляється між усіма учасниками ланцюжка постачання - виробниками та споживачами.

Приклади

Auto Recycling Nederland (ARN) – організація, що відповідає за переробку автомобілів (PRO), яка організує утилізацію транспортних засобів у Нідерландах. Плата за переробку стягується з тих, хто купує новий автомобіль, та використовується для фінансування його утилізації наприкінці терміну його корисного використання. PRO був створений відповідно до

директиви Європейського Союзу з автомобілів, що закінчилися терміном експлуатації. Швейцарська асоціація інформаційних, комунікаційних та організаційних технологій (SWICO), галузева організація ІКТ, стала PRO для вирішення проблеми електронні відходи. Загально канадський план дій щодо розширеної відповідальності виробників (CAP-EPR) був прийнятий у Канаді у 2009 році під керівництвом Ради міністрів доквілля Канади. CAP-EPR пішов за багаторічними зусиллями з переробки і переробки відходів у Канаді, які залишалися значною мірою неефективними через показники витоку з полігонів і спалювання. Незважаючи на зусилля з переробки відходів, витрачені на три десятиліття, Канада поступилася багатьом іншим країнам G8 та OECD. З моменту створення CAP-EPR у 2009 р. у більшості провінцій запроваджено закони або обмеження на більш широкий спектр продуктів та матеріалів у рамках програм EPR. «Дев'ять із десяти провінцій з тих пір впровадили програми РВВ або встановили вимоги. В результаті цих нових програм або вимог та розширення існуючих, майже половина категорій продуктів для тепер охоплена законодавством Програми або вимоги EPR по всій Канаді» .

Результати

У Німеччині, з моменту прийняття EPR, "у період з 1991 по 1998 рік споживання упаковки на душу населення було скорочено з 94,7 кг до 82 кг, що дає зниження на 13,4%". Крім того, через вплив Німеччини на EPR, "Європейська комісія розробила одну директиву з відходів" для всіх країн-членів (Hanisch 2000). Однією з основних цілей було те, щоб усі держави-члени переробляли «25% всього пакувального матеріалу», і ця мета була досягнута. У Сполучених Штатах, EPR набирає популярності, «з 2008 року було прийнято 40 таких законів. Тільки в 2010 році 38 таких законопроектів EPR були внесені до законодавчих зборів штатів по всій території Сполучених Штатів, а 12 були прийняті як закон». Однак ці закони діють лише на рівні штату, оскільки федеральних законів для РВВ немає. На даний момент «загалом кілька штатів запровадили від п'яти до шести законів про

РВВ, а також 32 штати, в яких діє хоча б один закон про РВВ»[31,32,33,34].

3.4 Прийняття ефективного технологічного рішення щодо утилізації комбінованої полімерної упаковки

Один із найпоширеніших методів утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак в Україні – це піроліз. Але такий метод не дуже екологічний. Хоча якщо передбачено хороше газоочищення, то він може бути перспективним методом для переробки такого типу відходів. На другому місці деструкція. Її існує декілька варіантів, але найпоширеніший це термічна деструкція матеріалу. Метод менш шкідливий для екології, але й менш продуктивний, ніж піроліз.

Хімічний метод наскільки я знаю не представлений в Україні, але в плані поділу це найпродуктивніший метод, але через застосування хімії не є найекологічнішим. Так само і не найдешевший, що має дуже значний фактор на інвестування та введення такого методу утилізації відходів використаної упаковки дой-пак в Україні.

Механічний метод найекологічніший і не дорогий, але затруднений тим, що під кожен тип багатошарової упаковки потрібна певна настройка лінії для максимальної ефективності поділу. Тобто, щоб переробляти більше видів багатошарової упаковки, необхідно мати не одну лінію обладнання.

Якщо ж ми не прагнемо розділити багатошарову упаковку на складові, а просто використовувати її як матеріал для подальшого використання, достатньо передробити її до мінімальної фракції і використовувати як добавку при виготовленні полімерно-піщаної продукції або асфальту. Ось такий висновок склався в у мене, після власних експериментів та обробки великої кількості інформації та дослідження ринку України.

Тому пропоную такі методи та шлях до вирішення питання, які виникли після вивчення проблеми з утилізацією упаковки типу дой-пак. Такі етапи:

1. Потрібно налагодити заготівлю та сортування даного типу полімерного пакування, як від населення так і від виробників (мається на увазі, відходи виробництва такого пакування та наприклад брак або відходи виробництва, де дой-пак використовується (лінії з пакування різноманітної продукції в цей тип упаковки).

2. Лінія з переробки. Вона повинна включати в себе склад для сировини, дробарку для подрібнення пакування в різні фракції, екструдер для виготовлення різних матеріалів з чистого переробленого дой-паку (наприклад брусів або бруківки), також як варіант – інше обладнання для виготовлення виробів з полімерно-піщаної суміші.

3. Використання переробленої сировини з упаковки дой-пак в декількох сферах. Використання при будівництві доріг, з додаванням подрібненого дой-паку до асфальту, виробництво полімерно-піщаної продукції та для виробів з застосуванням термічної формовки за допомогою екструдера та преса.

Схема утилізації багат шарової полімерної упаковки типу дой-пак, що пропонується, наведена нижче на рис. 3.10.

Етапи реалізації запропонованої схеми наступні:

1) Сортування упаковки від населення та брак-упаковки від виробників. Для виробництва потрібно заготовляти на початкових етапах хоча б декілька сотень кілограмів в тиждень.

2) Для складування сировини потрібна площа в 100-150 кв метрів. Так як упаковка дой-пак легка та буде займати велику площу при зберіганні.

3) Дробарка. Дробарку можна використовувати з різними технічними параметрами, чи потужніша вона буде, тим краще. За допомогою налаштування ножів дробарки можна отримувати різну фракцію подрібненої сировини (від 1000мкм до 200мкм і менше). Чим менша буде фракція, тим краще вона піддається переробці та використанню далі.

а. Отримання подрібненого пластику для додавання в полімерно-піщану суміш або для додавання під час виготовлення асфальту. Наприклад

для отримання 1 тони полімерно-піщаної суміші нам треба використати 745 кг піску, 500 грам пігменту та 250 кг подрібненого пластику (упаковка дой-пак).

4) Екструзія. За допомогою неї ми можемо отримати різні пластикові вироби, для будівництва або для декору, садових меблів та інше. Екструзія повинна бути проведена при температурі + 190-230 С, які можна встановити через термоконтроль, який буде нагрівати туди розташовані на гільзі екструдера.

5) Реалізація готової продукції.

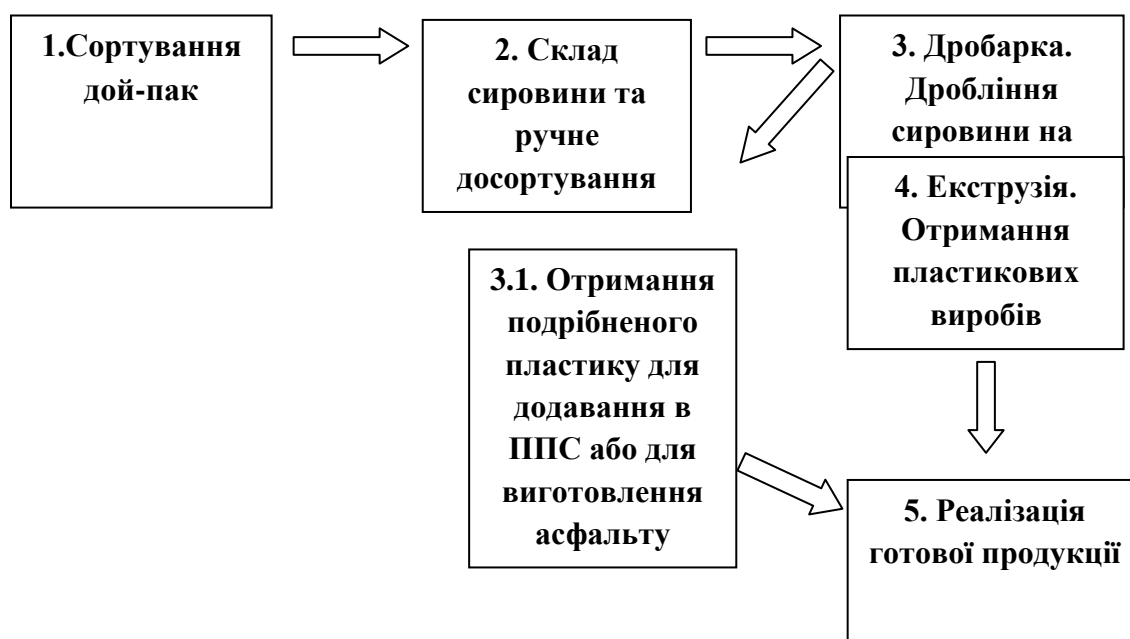


Рисунок 3.10 – Схема утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак, що пропонується

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважених ним органів, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю. Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором або контрактом. У процесі трудової діяльності працівник піддається впливу шкідливих факторів, які можуть прямо чи опосередковано вплинути на його здоров'я, безпеку та комфорт. Основними принципами охорони праці як системи заходів є:

- Забезпечення збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.
- Соціальне партнерство роботодавців та працівників у сфері охорони праці.
- Гарантії захисту права працівників на працю в умовах, що відповідають вимогам охорони праці.
- Визначення та виплати компенсацій за важкі роботи та роботи зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці.
- Соціальне страхування працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.
- Медична, соціальна та професійна реабілітація працівників, які постраждали від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Перелічені принципи лежать в основі, є вихідними положеннями

охорони праці та підлягають не тільки визнанню, а й повсякденному втіленню в життя. Їх реалізація є гарантом безпеки праці. Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КзпПр зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, що є на його робочому місці. У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуті, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах. Крім того, при прийомі на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування та набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а первинний – безпосередній керівник працівника. Надалі з працівниками повинні проводитись повторні інструктажі (раз на квартал при виконанні робіт підвищеної небезпеки або раз на півроку), решта позапланових (при зміні правил охорони праці, зміни в обладнанні або при порушенні працівником правил охорони праці) та цільові інструктажі (зокрема, при разових роботах, не пов'язаних із спеціальністю). Інформація про проведення інструктажів повинна вноситься у відповідний журнал, завірені підписом як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував [35].

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

У процесі роботи при переробці полімерів на робітника впливає ряд факторів, які можуть негативно позначитися на його здоров'ї та призвести до хронічних захворювань або травмування.

Основними небезпечними виробничими факторами при виконанні робіт при переробці полімерів можуть бути:

- знижена та підвищена температура повітря (особливо на ділянці роботи екструдера чи гранулятора) в виробничих приміщеннях та на відкритих майданчиках;

- рухомі рухливі частини машин і механізмів, виробничого обладнання (наприклад прийомні бункери сировини);
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- недостатня освітленість робочої зони та виробничого цеху;
- фізичні перевантаження робітника;
- падаючі предмети і інструменти;
- утворення вибухо-, пожежонебезпечних сумішей газів від відходів;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- патогенні мікроорганізми при контакті з відходами пакування (бактерії, віруси, найпростіші) [36].

4.2 Пожежна безпека

На будь якому виробництві існує вірогідність виникнення пожежі. Це може статись через різні фактори, найпоширеніші з них це необережне поводження з джерелами вогню, коротке замикання в електричному обладнанні, нехтування технікою безпеки при проведенні різноманітних робіт. Для досягнення високого рівня пожежної безпеки на виробництві чи об'єкті варто дотримуватися таких правил:

- Організувати обладнане місце для паління
- Порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт (наприклад зварювання)
- Правила проїзду та стоянки транспортних засобів
- Утримання горючих матеріалів, сировини подалі від джерел вогню, щитових блоків чи засобів опалення приміщення
- Порядок відключення певної ділянки чи всього виробництва від електромережі під час пожежі

- Порядок огляду й закриття приміщення перед початком та після закінчення робочого процесу

- Порядок проведення інструктажів для персоналу на випадок пожежі

Варто також зазначити, що виробництво чи установа повинна бути забезпечена декількома вогнегасниками та іншим обладнанням для гасіння пожеж [37].

4.3 Засоби індивідуального захисту та виробнича санітарія

До таких засобів відносяться: респіратор з вугільними або протипиловими фільтрами, рукавиці з різноманітних негорючих матеріалів, каска для захисту голови, окуляри для захисту очей, навушники або беруші для захисту органів слуху, спец одяг та взуття.

Так як ми беремо до уваги виробничий цех по переробці полімерів (в нашому випадку полімерна упаковка типу дой-пак), то треба зазначити на яких етапах буде використаний той чи інший засоби індивідуального захисту. Наприклад при подрібненні упаковки на дробарці потрібні буду окуляри для захисту очей від часток упаковки яка може вилітати через загрузочний бункер. Також слід захищати органи слуху від надмірного шуму при роботі обладнання. Використовувати звичайні бавовняні рукавиці, щоб не травмувати або сильно забруднити руки, при роботі з екструдером або гранулятором (наприклад при заміні фільтруючих сіток на шибери) потрібно використовувати щільні шкіряні рукавиці типу крагів або рукавиць для зварювання так як вони добре захищають від опіків шкіру. Респіратори варто застосовувати особливо на ділянці дробління полімерів, так як при дроблінні маленькі частинки пластику потрапляють до повітря, утворюється пластиковий пил, який може потрапити в органи дихання робітників та накопичуватися в них.

4.4 Вимоги безпеки при виконанні робіт на обладнанні для переробки полімерів

При роботі на таких установках та обладнанні варто використовувати засоби індивідуального захисту, слідкувати за робото спроможністю використаного обладнання, цілісністю електричних мереж, особливо тих, які живлять власне обладнання для переробки, обережно працювати в зоні подачі сировини в прийомний бункер дробарки та екструдера або гранулятора, обережно поводитися та знаходитися біля нагрівальних тенів екструдера, не знаходитися на робочому місці/цеху одному, щоб в разі чого можна було покликати людей на допомогу при травмуванні або під час виникнення аварій або поломок на виробництві.

4.5 Медичне обслуговування персоналу

Керівництво підприємства, яке займається переробкою полімерів має забезпечити такі елементи для медичного обслуговування персоналу

- Для надання першої допомоги при травмах та нещасних випадках на виробництві повинна бути аптечка із запасом медикаментів та перев'язочних матеріалів в достатній кількості.

- Для роботи на таких підприємствах з переробки допускаються чоловіки та жінки віком від 18 років, які пройшли медичний огляд та не мають протипоказань за станом здоров'я, пройшли інструктаж з надання першої медичної допомоги у разі виникнення аварії чи нещасних випадків.

- Працівник, який бере участь у переробці, сортуванні відходів, зобов'язаний знати методи надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві.

- У всіх випадках найголовніше надати потерпілому спокій і якнайшвидше звернутися за медичною допомогою.

- При попаданні шкідливих речовин через дихальні шляхи необхідно усунути потерпілого із зони зараження на свіже повітря, укласти в теплому місці, розстебнути одяг.

- При попаданні шкідливих речовин на шкіру – зняти заражений одяг, ретельно обмити забруднені ділянки шкіри великою кількістю води
- При попаданні в очі ретельно промийте струменем проточної води.
- При попаданні шкідливих речовин у шлунково-кишковий тракт дати випити кілька склянок теплої води або 2% розчин харчової соди.
- При ураженні електричним струмом необхідно звільнити потерпілого від дії струму шляхом негайного відключення електроустановки рубильником або вимикачем. Якщо відключити електроустановку відразу не можна, необхідно потерпілого звільнити за допомогою діелектричних рукавичок або сухого дерев'яного предмета, при цьому необхідно стежити, щоб самому не опинитися під напругою. Після звільнення потерпілого від дії струму необхідно оцінити його стан, викликати швидку медичну допомогу і до прибуття лікаря надавати першу допомогу [36].

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Метою розділу про розрахунок економічних показників від впровадження є розрахувати витрати на впровадження, експлуатацію системи переробки запропонованого методу утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак.

5.1 Розрахунок капітальних витрат

Капітальні витрати на впровадження системи по утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак включають в себе налагодження системи збору сировини, логістику, закупівлю необхідного обладнання. Капітальні витрати на запропоноване обладнання розраховуються за формулою:

$$K = C_{уст.} + Z_m, \quad (5.1)$$

де $C_{уст.}$ – ціна запропонованої системи з утилізації відходів, тис. грн;

Z_m – витрати на монтаж, тис. грн.

Вартість запропонованої системи відходів в повній комплектації (баки для сортування (2 шт. євроконтейнер металевий), аренда приміщення для виробництва та складу для сировини (приблизно 150 кв метрів), дробарка 1шт, екструдер 1 шт – 171 000 гривень. Вартість монтажних робіт складає приблизно 10% від загальної вартості:

$$Z_m = 0,10 \cdot 171\,000 = 17100 \text{ грн}$$

Звідси

$$K = 171\,000 + 17100 = 188\,100 \text{ грн}$$

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Для обслуговування такої системи утилізації необхідно врахувати такі параметри:

1) Витрати на оплату праці:

$$Z_{o.p.} = 12 \cdot K_{o.p.} \cdot C_{z.p.} \quad (5.2)$$

де $K_{o.p.}$ – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$C_{z.p.}$ – ставка заробітної плати, грн./міс.

Для обслуговування такого типу утилізації необхідно 2 людини на зміну, прийmemo графік роботи два через два, отже кількість обслуговуючого персоналу необхідно 9 людей.

Ставка заробітної плати в Україні на 1.01.2022 складає 6700 грн [38].

$$Z_{o.p.} = 12 \cdot 6 \cdot 6,7 = 482,4 \text{ тис. грн}$$

2) Нарахування на заробітну плату з 24.12.2015 р. (розмір єдиного соціального внеску) становить 22% (згідно ст.8 Закону України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» № 2464-VI від 08.07.2010 р. Розрахунок нарахувань на заробітну плату для персоналу, що обслуговує виробництво по утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок нарахувань на оплату праці

Назва	Значення
Виплата на оплату праці, тис. грн/рік	482,4
Ставка нарахування на заробітну плату, %	22
Сума соц.. внеску, тис. грн./рік	106,128

3) Амортизаційне нарахування визначають в залежності від обладнання, що використовується при утилізації багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак, результати розрахунків наведено в таблиці 5.2

4) Витрати на електроенергію. Електроенергія потрібна для роботи обладнання по утилізації упаковки дой-пак.

$$Z_e = P_{об.} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot C_e \cdot K_e, \text{ грн/рік}, \quad (5.3)$$

де $P_{об.}$ – потужність обладнання, кВт/годин;

N_1 – тривалість робочої зміни, $N_1 = 24$ годин;

N_2 – кількість змін на добу, $N_2 = 1$ зміни;

N_3 – число робочих днів на місяць, в середньому $N_3 = 30$;

N_4 – число місяців на рік, $N_4 = 12$;

C_e – ціна електроенергії, грн./кВт;

$$Z_e = 30 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 4,038 \cdot 0,75 = 785 \text{ тис. грн/рік}$$

Таблиця 5.2 – Амортизаційні нарахування на обладнання по утилізації дой-пак

Обладнання	Ціна, тис. грн	Ставка амортизаційних нарахувань, %	Річні амортизаційні нарахування, тис. грн
Лінія по переробці упаковки дой-пак	188 100	24	45 144

Сума разом всіх експлуатаційних витрат на рік буде становити – 1 712 936 млн грн/рік.

5.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження обладнання з переробки дой-пак

Економічний ефект від впровадження обладнання з утилізації упаковки дой-пак виникне, якщо перероблювану сировину можна буде продавати для виробництва полімерно-піщаної суміші та для додавання при виготовленні асфальту. Ціна сировини при закупці – 1кг = 2грн. На місяць для старту виробництва необхідно закупити 30 тон сировини. Це 60 тисяч гривень. На рік необхідно купити сировини на 720 тисяч гривень. Реалізація подрібненого пакування дой-пак може проводитись для виробництв продукції з полімерно-піщаної суміші та виробництва асфальту. Ціна для таких закупівлі таких виробництв сягає 8грн за кілограм.

Можливий економічний ефект від впровадження такого методу утилізації:

$$E = B - C \quad (5.4)$$

де B – ціна продажу переробленого дой-паку на рік (в млн. грн.)

C – експлуатаційні витрати + заробітна плата + закупка сировини на рік (в млн. грн.) .

$$E = 2\,880\,000 - 2\,621\,036 = 258\,964 \text{ грн/рік}$$

Тобто, запропонована технологія переробки багатошарової полімерної упаковки типу дой-пак за допомогою запропонованого рішення є економічно вигідною, адже прибуток складає 258 964 грн/рік.

5.4 Розрахунок терміну окупності

Термін окупності запропонованого рішення складає:

$$T = \frac{K}{E}, \quad (5.5)$$

де K – капітальні витрати, тис. грн.

E – економічний ефект, грн/рік.

$$T = 188\,100 / 258\,964 = 0,72 \text{ роки}$$

Таким чином, при використанні такого типу переробки дой – паку досягається суттєвий економічний та екологічний ефекти. Використовуючи такий вид утилізації відходів можна отримати суттєвий прибуток, при цьому зменшуючи вплив на навколишнє середовище.

Зведені технічно-економічні показники наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Зведені технічно-економічні показники запропонованого рішення

Показник	Значення
1. Балансова вартість установки, тис. грн	188 100
2. Експлуатаційні витрати, тис. грн/рік:	1 712 936
-витрати на оплату праці;	482,4
-нарахування на заробітну плату;	106,128
-амортизаційні відрахування;	145 144
- електроенергія	785 000
3. Ефект від впровадження, тис. грн/рік	258 964
4. Термін окупності, років	0,72

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведена та вирішена актуальна науково-практична проблема, що полягає в сумнівному поводженні з відходами, такими як багатошарова полімерна упаковка типу дой-пак з метою зменшення такого типу відходів та повторному їх використанні. На основі результатів проведеної роботи зроблені наступні висновки:

1. Проведено аналіз літератури та різноманітних джерел з проблеми утилізації комбінованої багатошарової полімерної упаковки дой-пак.

2. Проведено дослідження асортименту комбінованої багатошарової полімерної упаковки дой-пак в мережах супермаркетів національного значення, а також експериментальні дослідження властивостей цієї упаковки, визначення того, чи можна її переробляти та використовувати такий вид ресурсу повторно. Встановлено, що найчастіше з видів пакування дой-пак можна зустріти: комбінований поліетилен (55-60% від всього пакування), комбінований поліпропілен (20%), комбінований папір (5%), комбінований поліпропілен з алюмінієм та поліетилентерефталатом (1 % в мережі «Сільпо»), комбінований поліетилен з поліетилентерефталатом (1 % в мережі «АТБ»), а також види пакування, де відсутнє маркування або є позначка «7 OTHER» (14–19 %).

3. Проведений аналіз сучасних рішень в існуючих технологіях переробки полімерів, запропонована схема щодо безпечної утилізації багатошарової полімерної упаковки дой-пак, що включає у себе: налагодження системи заготівлі та сортування даного типу полімерного пакування; облаштування лінії з переробки дой-паку (яка включає в себе склад для сировини, дробарку для подрібнення пакування в різні фракції, екструдер для виготовлення різних матеріалів з чистого переробленого дой-паку, наприклад бруса або бруківки) та використання переробленого дой-паку при будівництві доріг, виробництво полімерно-піщаної продукції тощо.

4. Проаналізовані шкідливі і небезпечні виробничі фактори на майбутньому підприємстві, запропоновані рішення та правила, щодо боротьби з ними та уникнення нещасних випадків та травм на підприємстві.

5. Розраховано капітальні та експлуатаційні витрати запропонованого способу переробки дой-пак. Термін окупності складає менше року. Показано позитивний економічний проект після впровадження. Варто зазначити, що такий проект має як економічний позитивний ефект, тобто прибуток від переробки, так і позитивний ефект для навколишнього середовища у тому що зменшується кількість твердих побутових відходів, застосовується вторинне використання ресурсів.

.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Онлайн – журнал «Эко идея», статья: «За последние 65 лет производство пластика увеличилось в 190 раз». <https://ecoidea.me/ru/article/3544> – Загол.з экрану.
2. «Coronavirus Puts Brakes On Global Plastics Production». <https://www.barrons.com/news/global-plastics-production-falls-in-2020-for-first-time-since-2008-manufacturers-01623309613?tesla=y> – Загол.з экрану.
3. Production, use, and fate of all plastics ever made. ROLAND GEYER JENNA R. JAMBECKAND KARA LAVENDER LAW SCIENCE ADVANCES. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782> – Загол.з экрану.
4. THIMONNIER created Doypack®. <https://www.thimonnier.com/news/thimonnier-created-doypackr/3/> – Загол.з экрану.
5. Гибкая упаковка и проблемы при ее утилизации. https://www.magentaco.ru/art/flexible_package/ – Загол.з экрану.
6. Петров А. В., Дориомедов М.С., Скрипачев С.Ю. Технологии утилизации полимерных композиционных материалов (обзор) // Труды Виам. – 2015. – № 8. – С. 62–73. – doi:10.15593/24111678/2017.04.08
7. Как устроена переработка мусора в Финляндии. <https://w2e.ru/blog/kak-ustroena-pererabotka-musora-v-finlyandii/> – Загол.з экрану.
8. Как мусорозжигательный завод стал главной достопримечательностью австрийской столицы. <https://rg.ru/2019/10/21/kak-musorozhigatelnyj-zavod-stal-dostoprimechatelnosti-veny.html> – Загол.з экрану.
9. The Spittelau incinerator: symbiosis of technology, ecology and art. <https://plastics-themag.com/The-Spittelau-incinerator:-symbiosis-of-technology-ecology-and-art> – Загол.з экрану.
10. Тугов, А.Н. Опыт использования твердых коммунальных отходов

в энергетике (обзор) [Текст] / А.Н. Тугов // Теплоэнергетика. – 2015. – № 12. – С. 13–22

11. Гелетуха, Г.Г. Екологічно чиста технологія газифікації ТПВ [Текст] / Г.Г. Гелетуха // Наука та інновації: науково-практичний журнал. – 2006. – Т.2. – № 4. – С. 9–10.

12. Вся правда о полимерпесчаной плитке. <https://www.nipost.ru/content/baying.html>– Загол.з екрану.

13. Полимерно песчаная смесь. <https://nauka-i-religia.ru/polimerno-peschanaya-smes.php> – Загол.з екрану.

14. Вторичная полимерная гранула. <https://polymers.com.ua>– Загол.з екрану.

15. Словарь иностранных слов. Изд. Русский язык, 1987. <https://www.vedu.ru/bigencdic/44503>– Загол.з екрану.

16. Гонопольский А.А. «Комплексная утилизация отходов многослойных упаковочных материалов» Москва 2011г.

17. Николайкина Н.Е., Скопинцев И.В., Гонопольский А.А., «Технология утилизации многослойной упаковки пищевых продуктов для получения полимернаполненных композиционных материалов». Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение», с. 42–44, № 3 2010 г.

18. Николайкина Н.Е., Гонопольский А.А., «Технология химического разделения компонентов композиционных упаковочных материалов типа «тетра пак»». Сборник трудов VI международной научно-практической конференции «Экологические проблемы мегаполисов», под ред. Д.А. Баранова, А.А. Минаева, В. М. Клевлеева, В.В.Бирюкова, Д.В. Зубова. С. 27–28. М.: МГУИЭ, 2009 г.

19. «Параметризация процесса пиролиза при вторичной переработке пищевых многослойных полимерных упаковок» УДК 504.064.4 Страшнова С. Б., Григорьев Ю. А.

20. Гречко А. В. Промышленная энергетика / А. В. Гречко. – 2006. – № 9. – С. 48–50.

21. «Технология черепицы на основе полимерно-песчаной композиции» Кипреев М. С. Научный руководитель, доцент Уточкина Л. К.
22. Технология производства полимерно-песчаной черепицы / «Кровля. Фасады. Изоляция» № 5 – Москва:2012. – 54 с.
23. Recycling plastics - The CreaSolv® Process. <https://www.ivv.fraunhofer.de/en/recycling-environment/recycling-plastics-creasolv.html#creasolv> – Загол.з экрану.
24. The Role of Chemistry in Plastics Recycling/ p. 34–37. https://www.ivv.fraunhofer.de/content/dam/ivv/en/documents/Leistungsangebot/Recycling_Environment/The-Role-of-Chemistry-in-Plastics-Recycling.pdf
25. Словарь терминов Пласт-эксперт. <https://e-plastic.ru/slovar/> – Загол. з экрану.
26. It is the end of the road for waste plastics. <https://macrebur.com/> – Загол.з экрану.
27. Пластиковые дороги: как их стоят в мире и появится ли в Украине дороги из вторсырья. <https://rubryka.com/ru/article/plastic-roads/> – Загол.з экрану.
28. Дорожное покрытие из пластика: качественные дороги и забота о природе. <https://recycle.net/plastmassy/dorozhnoe-pokrytie-iz-plastika-kachestvennyye-dorogi-i-zabota-o-prirode> – Загол.з экрану.
29. «Переработанный пластик в дорожном строительстве» А.В. Лысянников, Е.А. Третьякова, Н.Н. Лысянникова, с.105–115. УДК 625.7.8.
30. Гнатов А.В. Современные дороги и дороги будущего, их виды и перспективы использования /А.В. Гнатов // Вестник ХНАДУ. – 2017 – Вып.76. – с.66–73.
31. Assessing Extended Producer Responsibility Laws in Japan. Yasuhiko Ogushi and Milind Kandlikar, Environ. Sci. Technol 2007
32. Lenzen, M., J. Murray, F. Sack and T. Wiedmann (2007) Shared producer and consumer responsibility - theory and practice. Ecological Economics 61, 27–42.

33. В Украине хотят создать рынок мукора: в правительстве уже работают над этим. <https://ecopolitic.com.ua/news/v-ukraine-hotyat-sozdat-rynok-musora-v-pravitelstve-nad-etim-uzhe-rabotajut/>– Загол.з екрану.

34. Внедрение РОП (Расширенная ответственность производителя) – новые возможности для переработчиков вторичной бумаги и книгоиздателей. <https://interfax.com.ua/news/blog/783245.html> Загол.з екрану. – Загол.з екрану.

35. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону праці Закон введено в дію з дня опублікування – 24 листопада 1992 року (згідно з Постановою Верховної Ради України від 14 жовтня 1992 року N 2695-ХІІ).

36. Инструкция по охране труда для сортировщика твердых бытовых отходов. URL:<https://xn7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xnp1ai/%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%89%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B1%D0%BE.-> Загол.з екрану.

37. Протипожежний режим об'єкта та пожежна безпека <https://studfile.net/preview/5006569/page:77/>. – Загол.з екрану.

38. Минимальная зарплата в Украине. URL: <https://index.minfin.com.ua/labour/salary/min/>. Загол. з екрана.

СЕКЦІЯ - ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕГІОНУ

УДК 504.75

Бовсуновський В.М., студент гр. 183м-20-1 П

Науковий керівник: Борисовська О.О., к.т.н., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ АСОРТИМЕНТУ КОМБІНОВАНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ ДОЙ-ПАК В УКРАЇНІ

Людство майже всю свою історію використовувало різноманітне пакування для товарів, припасів та ін. Зазвичай це були матеріали природнього походження (шкіра, папір, листя рослин – бананові листки, різноманітні тканини). Такі матеріали були біорозкладні, що є одним з їх «плюсів». З початку науково-технічної революції ХІХ-ХХ ст. і дотепер були винайдені та синтезовані чисельні нові типи матеріалів під назвою полімери. Їх синтезували з викопного палива. Згодом з нарощуванням виробництва таких матеріалів їх почали використовувати для пакування в харчовій, косметичній та інших галузях промисловості. Перевагами такого пакування є те, що воно дешеве, продукція у ньому може зберігатися набагато довше, ніж в аналогічному пакуванні, наприклад, з паперу; воно не привабливе для тварин та комах, його можна виробляти не тільки з пластику на 100%, а і комбінуючи з папером або алюмінієвою фольгою [1].

У даному дослідженні мова йде про тип пакування «дой-пак» або полімерну багатошарову комбіновану упаковку. Вона представляє собою пластиковий пакет з дном, що у вертикальному положенні дає змогу стояти в наповненому вигляді. Принциповою особливістю дой-паку є багатошарова (від 1 до 9) конструкція з гнучким дном. Шари пакування включають у себе різні види полімерів, іноді папір і алюмінієву фольгу. Свою назву упаковка отримала в честь винахідника – Луї Дуаєна [2]. Цей тип упаковки використовують для пакування кави, чаю, корму для тварин, соусів, горішків, сухариків, чіпсів, деяких дитячих соків, кремів та зубних паст, жувальних гумок та ін.

Внаслідок того, що така комбінована упаковка містить у своїй структурі декілька матеріалів, вона практично не піддається вторинній переробці через складність та високу вартість відповідних технологій. Як результат – тони цієї упаковки щорічно потрапляють на звалища побутових відходів, створюючи цілу низку екологічних проблем. Тому метою даної роботи є дослідження асортименту упаковки дой-пак у торговельних мережах країни задля пошуку можливих шляхів вирішення проблеми.

Дослідження проводились у трьох найбільших мережах супермаркетів у м. Дніпро. Це мережа «АТБ», «Сільпо» та «Варус». Слід також зазначити, що частина товарів на полицях не має точного маркування, але за своїм виглядом та фізичним властивостям вони запаковані в саме таку упаковку. Серед них є вже перелічені групи товарів, а також, наприклад, м'ясні та ковбасні нарізки. Для аналізу було відібрано 20 рівних товарів з трьох мереж магазинів. Період проведення дослідів – жовтень 2021 року. Результати проведених досліджень наведені на рисунках 1-3.

СЕКЦІЯ - ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕГІОНУ

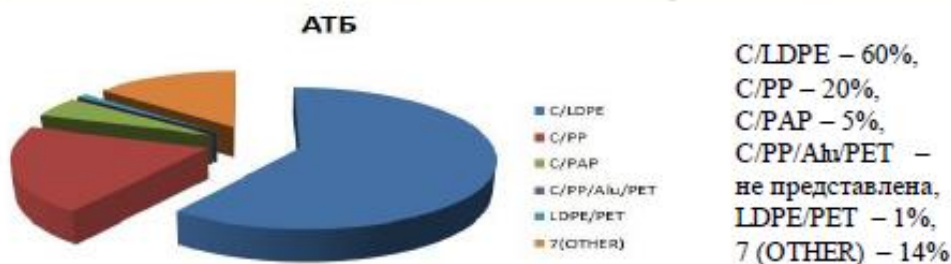


Рисунок 1 – Результати дослідження асортименту упаковки дой-пак у мережі супермаркетів «АТБ»

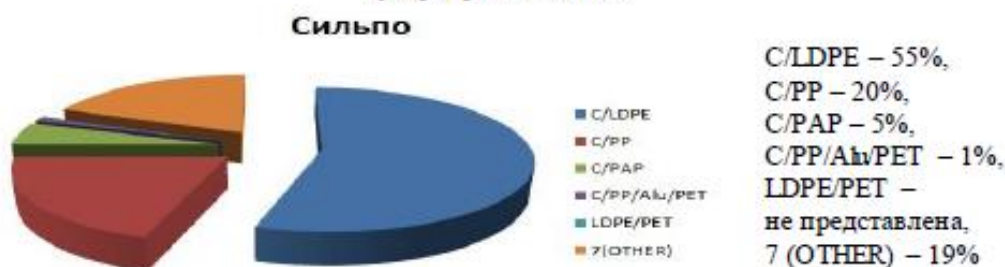


Рисунок 2 – Результати дослідження асортименту упаковки дой-пак у мережі супермаркетів «Сільпо»

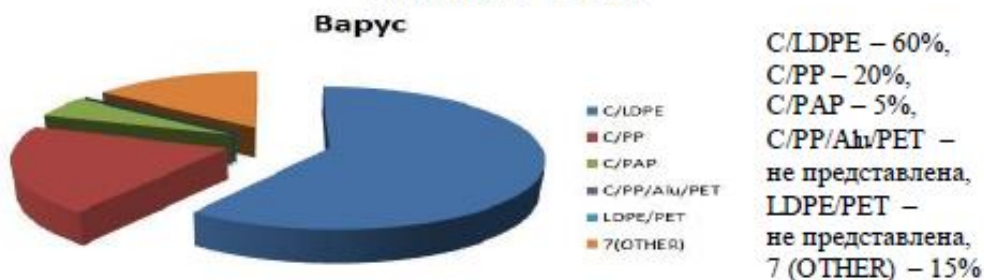


Рисунок 3 – Результати дослідження асортименту упаковки дой-пак у мережі супермаркетів «Варус»

Як бачимо з результатів дослідження, найчастіше з видів пакування дой-пак можна зустріти: комбінований поліетилен (55-60% від всього пакування), комбінований поліпропілен (20%), комбінований папір (5%), комбінований поліпропілен з алюмінієм та поліетилентерефталатом (1% в мережі «Сільпо»), комбінований поліетилен з поліетилентерефталатом (1% в мережі «АТБ»), а також види пакування, де відсутнє маркування або є позначка «7 OTHER» (14-19%).

Основними виробниками подібного пакування в Україні є такі компанії: «НТМ Limited Ukraine» (Київ), «ТЕРА ПЛАСТ» (Одеса), «НОВОПЛАСТ» (Одеса), ТОВ МНВП «Аріс» Лтд (Харків), «STARFLEX» (Харків), «ТМ ПАКАДО» (Вишгород) та ін.

На даний момент основна проблема із сортуванням та переробкою саме такого типу пакування полягає, по-перше, в тому, що вона комбінована, а по-друге, що її з часом дуже складно відмити від органічних залишків (наприклад пакування з-під майонезу чи зубної пастки). Це суттєво погіршує якість кінцевого рециклірованого матеріалу.

З наявних ідей, як переробити дой-пак, є наступні сортування, подрібнення та грануляція такої упаковки, а потім використання грануляту для полімерно-піщаної суміші з якої у подальшому можна виготовити тротуарну плитку, пластиковий брус,

Матеріали IX Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації»

СЕКЦІЯ - ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕГІОНУ

наприклад, для лавок чи садових меблів. Просте спалювання або захоронення на смітєвих полігонах є неприпустимим способом поводження з відходами у XXI сторіччі, враховуючи також, що полімери, алюміній та папір – це цінні та корисні ресурси.

Перелік посилань

1. The different types of packaging. URL: <http://swrl.li/aoayr>. Загол. з екрана.
2. Thimonnier created Doypack®. URL: <https://www.thimonnier.com/news/thimonnier-created-doypackr/3/> Загол. з екрана.

**Відгук керівника на кваліфікаційну роботу магістра на тему:
«Розробка напрямів утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-
пак»**

студента групи 183м-20-1 ПІ Бовсуновського Владислава Миколайовича

1. Мета кваліфікаційної роботи – розробка напрямів утилізації комбінованої полімерної упаковки типу дой- пак в умовах України.

2. Комбінована багатошарова упаковка типу дой- пак містить у своїй структурі декілька матеріалів, тому вона практично не піддається вторинній переробці через складність та високу вартість відповідних технологій. Як результат – тони цієї упаковки щорічно потрапляють на звалища побутових відходів, створюючи цілу низку екологічних проблем. Тому обрана тема кваліфікаційної роботи є надзвичайно актуальною і своєчасною.

3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» – навколишнє середовище і його складові, а також процеси і фактори антропогенного навантаження.

4. Практичне значення роботи полягає в розробці конкретних рекомендацій щодо напрямків утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак задля повного використання ресурсного потенціалу даних відходів.

5. Оформлення пояснювальної записки виконано без істотних відхилень від стандартів.

6. Ступінь самостійності у вирішенні поставлених задач та дотримання графіка захисту є задовільною.

7. Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки « _____ ».

Керівник кваліфікаційної роботи,
к.т.н., доцент, зав. каф. кафедри екології та
технологій захисту навколишнього
середовища _____

О.О. Борисовська

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

студента групи гр. 183М-20-1П

Бовсуновського Владислава Миколайовичана тему «**Розробка напрямів утилізації комбінованої полімерної
упаковки дой-пак**»

Кваліфікаційна робота виконана відповідно до завдання, відповідає темі дослідження, містить 99 сторінок пояснювальної записки, 29 рисунків, 3 таблиці, 5 додатків, 38 літературних джерел.

На даний час питання утилізації комбінованої полімерної упаковки типу дой-пак є надзвичайно актуальним, адже цей тип відходів практично не утилізується у нашій країні і весь ресурсний потенціал цих відходів втрачається, коли вони потрапляють на звалища.

Студентом Бовсуновським В.М. у представленій кваліфікаційній роботі виконаний порівняльний аналіз сучасних і перспективних методів переробки комбінованої полімерної упаковки дой-пак.

У дослідницькому розділі автором проведені дослідження асортименту комбінованої полімерної упаковки дой-пак у найбільших торговельних мережах м. Дніпро та виконані експериментальні дослідження властивостей цієї упаковки.

У технологічному розділі роботи запропоновані заходи щодо безпечної утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак, що включають: налагодження системи заготівлі та сортування даного типу полімерного пакування; облаштування лінії з переробки дой-паку (яка включає в себе склад для сировини, дробарку для подрібнення пакування в різні фракції, екструдер для виготовлення різних матеріалів з чистого переробленого дой-паку, наприклад бруса або бруківки) та використання переробленого дой-паку при будівництві доріг, виробництво полімерно-піщаної продукції тощо.

У економічному розділі оцінено очікувану ефективність розроблених заходів.

Отримані результати є основою для прийняття управлінських рішень в системі охорони навколишнього середовища і спрямовані на розробку високоефективних природоохоронних заходів.

Вважаю, що *Бовсуновський Владислав Миколайович* показав високий рівень підготовки кваліфікаційної роботи, яка виконана на актуальну тему, має практичну цінність і заслуговує оцінки « _____ ».

Рецензент:

(посада)

(підпис)

(П.І.Б.)

ДОВІДКА
 про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра
 на присутність запозичень (плагіату)

Автор роботи	<i>Бовсуновський Владислав Миколайович</i>
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 183м-20-1П
Тема кваліфікаційної роботи	Розробка напрямів утилізації комбінованої полімерної упаковки дой-пак»
Результати перевірки	
Запозичення (плагіат), %	17
Оригінальність, %	83
Модуль пошуку	AntiPlagiarism.NET

Роботу перевірила:
 Зав. кафедри
 екології та технологій захисту
 навколишнього середовища

О.О. Борисовська

Додаток Д