

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____М.М. Барановський
«_____»_____2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»

**Тема: «Біодеградація пластику личинками роду *Garellia mellonella*
(Велика воскова міль)»**

Виконавець: студентка ЕК-206М групи	Салапонова А.В.
Керівник: завідувач кафедри біотехнології	Барановський М.М.
Консультант розділу «Охорона праці»:	Павлиш В. Д.
Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:	Рябчевський В.О.
Нормоконтролер:	Дражнікова А.В.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біотехнології

Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»,

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Барановський М.М. _____

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Салапонова Анастасія Володимирівна

1. Тема дипломної роботи «Біодеградація пластику личинками роду *Galleria mellonella* (Велика воскова міль) » затверджена наказом ректора від «_15_» 2020 р. №1657 /ст.
2. Термін виконання роботи: з 05 жовтня 2020 року по 22 грудня 2020 року.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела щодо загальної характеристики поняття процесу біодеградації пластику, аналізу утилізації пластику личинками великої воскової молі, аналізу впливу на екологію України утилізації пластику.
4. Зміст пояснювальної записки: РОЗДІЛ 1. ; РОЗДІЛ 2.; РОЗДІЛ 3.; РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ; РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА; ВИСНОВКИ; СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиць, рисунків

6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання	Підпис
1	Пошук літературних джерел за темою дипломної роботи	04.09.2020-20.09.2020	
2	Оброблення знайденого літературного матеріалу	30.09.2020-11.10.2019	
3	Написання основної частини	12.11.2020-25.11.2020	
4	Написання висновків	26.11.2020	
5	Оформлення дипломної роботи	27.11.2020-08.12.2020	
6	Перевірка дипломної роботи керівником	02.12.2020	
7	Виправлення виявлених недоліків	03.12.2020-08.12.2020	
8	Захист дипломної роботи	22.12.2020	

7. Консультанти з окремих розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Старший викладач Павлиш В.Д.		
Охорона навколишнього середовища	к.т.н, доцент кафедри екології Рябчевський В.О.		

8. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 20 __ р.

Керівник дипломної роботи: _____ Барановський М.М.
(підпис керівника)

Завдання прийняв до виконання: _____ Салапонова А.В.
(підпис випускника)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Біодеградація пластику личинками роду *Galleria mellonella* (Велика воскова міль)»: с., рис., табл., літературних джерела.

ПЛАСТИК, БІОДЕГРАДАЦІЯ, УТИЛІЗАЦІЯ, ВІДХОДИ, ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ, ОРГАНІЗМИ, МІКРООРГАНІЗМИ, АПЕНДИКУЛЯРІЯ, IDEONELLA SAKAIENSIS, ASPERGILLUS TUBINGENSIS, GALLERIA MELLONELLA, ВЕЛИКА ВОСКОВА МІЛЬ.

Об'єкт дослідження – пластик та пластикові вироби. Процес біодеградації пластику личинками великої воскової молі.

Предмет дослідження – личинками великої воскової молі роду *Galleria mellonella*.

Мета роботи – проаналізувати процес біодеградації пластику личинками великої воскової молі роду *Galleria mellonella*

Методи дослідження: аналітичні, статистичні.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ..	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТИКУ	9
1.1. Види пластику та маркування	9
1.2. Фізико-хімічні властивості пластмас	14
1.3. Екологічні проблеми використання пластмас	16
1.4. Класифікація методів виготовлення виробів з пластику.....	20
1.5. Висновки до розділу.....	23
РОЗДІЛ 2. БІОДЕГРАДАЦІЯ ПЛАСТИКУ ТА ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ ...	24
2.1. Підготовка полімерних виробів до утилізації.....	24
2.2. Проблеми та напрямки утилізації відходів з пластику	31
2.3. Біодеградація полімерних матеріалів.....	35
2.5. Висновки до розділу.....	44
РОЗДІЛ 3. УТИЛІЗАЦІЯ ПЛАСТИКУ ОРГАНІЗМАМИ	46
3.1. Використання організмів та мікроорганізмів для утилізації пластику	46
3.2. Загальна характеристика великої воскової молі роду <i>Garellia</i> <i>mellonella</i>	48
3.3. Біодеградація пластикових виробів личинками великої воскової молі	52
3.4. Висновки до розділу.....	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на підприємстві при утилізації пластикових відходів.....	55
4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів для утилізації пластику на підприємстві.....	58
4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на підприємстві	

утилізації пластикових виробів.....	63
4.4. Розрахунок штучного освітлення на підприємстві утилізації пластикових відходів.....	66
4.5. Висновки до розділу.....	67
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	71
5.1. Проблематика накопичення пластику в Україні та світі.....	71
5.2. Шляхи вирішення накопичення пластику в Україні та світі.....	74
5.3. Висновки до розділу.....	76
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПЕВП (HDPE) – поліетилен високої щільності

ПЕНП (LDPE) – поліетилен низької щільності

ПЕТ (PETE/PET) – поліетилентерефталат

ПВХ (PVC/ V) – полівінілхлорид

ПП (PP) – поліпропілен

ПС (PS) – полістирол

О – маркування виробів з пластмаси інших видів.

ВСТУП

Актуальність. Ситуація з накопиченням та утилізацією пластику в Україні сьогодні досить гостра. Характеризується високим рівнем виробництва та накопичення полімерних матеріалів у навколишньому середовищі. Пластмаси завдяки своїй дешевизні, міцності, пластичності, довговічності принесли в наше життя значну користь від звичних предметів побуту, від поліетиленових пакетів та пляшок до медичних виробів. Такі успіхи, безумовно, спонукали полімерну промисловість, яка сьогодні стала однією з найбільш динамічних та продуктивних галузей у світі.

З одного боку, пластик вирішує багато земних проблем, а з іншого - створює багато нових. І головна проблема полягає в тому, що пластику дуже багато, а утилізація відсутня. В даний час 40% загального обороту пластмас виготовляється для одноразового використання, і майже половина загального обороту пластику зроблено за останні 15 років. На додаток до того, що пластик щороку вбиває мільйони морських мешканців, було встановлено, що деякі види перебувають на межі зникнення, і все це завдяки нашому комфорту - ООН назвала проблему "океанічним Армагедоном"[1].

За останні 20 років було помічено, що виробництво полімерних виробів збільшується, і в океані немає накопичень. Це говорить про те, що пластик розкладається на мільйони дрібних шматочків, які важко помітити. Ці шматочки називаються мікропластиками, які є скрізь і становлять ще більшу загрозу для живих істот, ніж накопичення в навколишньому середовищі; воно накопичується в самих живих організмах через воду і землю, де розкладається. Наприклад, 15% піску на Великому острові Гаваї - це мікропластик. За різними оцінками, лише на поверхні океану на квадратний кілометр припадає близько 200 000 мікропластичних частинок. Всі ми бачили сумні фотографії величезних куп пластикового сміття посеред Тихого океану, які стають непроханою дією для його жителів, нахабно заважаючи здоров'ю та обміну речовин. Вже є багато інформації про загибель багатьох риб,

морських ссавців та морських птахів. Це стосується не лише мешканців води - мікропластики легко засвоюються дрібними організмами, які, продовжуючи харчовий ланцюг, врешті-решт потрапляють на наш стіл і в наш організм.

Мікропластика небезпечна тим, що ніколи не виводиться з організму. Залишаючись там, він постійно виділяє токсини і зневоднює організм. Дія таких токсинів призводить до проблем зі здоров'ям, безпліддя і навіть смерті [1].

Процес утилізації пластику в Україні не є досконалим, і не всі полімерні матеріали підлягають вторинній переробці, що призводить до накопичення пластику на звалищах та звалищах. Під впливом зовнішніх факторів пластик починає окислюватися і виділяти парникові гази та забруднюючі речовини, що потрапляють в атмосферу, гідросферу, поверхневі шари ґрунту, підземні води.

Відсутність повного захоронення пластмас, що містять токсичні компоненти, збільшує ризик забруднення навколишнього середовища небезпечними речовинами. Все це негативно впливає на екосистеми, сільськогосподарську продукцію, а також знижує якість життя в сусідніх житлових районах, призводить до збільшення захворюваності [1].

Метою роботи: проаналізувати процес біодеградації пластику личинками великої воскової молі роду *Galleria mellonella*.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання:**

1. Огляд літератури методів підготовки та утилізації пластику в Україні.
2. Охарактеризувати організмів, що здатні до біодеградації пластикових виробів.
3. Визначити негативний вплив пластикових відходів на навколишнє середовище.
4. Описати процес біодеградації полімерних матеріалів личинками великої воскової молі роду *Garellia mellonella*.

Об'єкт дослідження : пластик та пластикові вироби.

Предмет дослідження: личинками великої воскової молі роду *Galleria mellonella*.

Методи дослідження: аналітичні, статистичні.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАСТИКУ

1.1. Види пластику та маркування

Для початку слід зазначити, що «полімер» - це сировина, яка буде використовуватися у виробництві, а готовий продукт називається «пластмасою». В даний час різноманітність синтетичних полімерів досить велика. Багато з них використовуються для виробів з коротким життєвим циклом, таких як виготовлення різних пакувальних матеріалів. І, як правило, така полімерна оболонка надходить у відходи набагато раніше, ніж втрачає свої споживчі властивості. Оскільки його життєвий цикл визначається терміном придатності або терміном служби продукту, укладеного в пакувальний матеріал.

Тара в сучасному суспільстві виконує багато функцій. І якщо формування системи зв'язку між виробником, продавцем та споживачем є найбільш зрозумілим та очевидним, екологічна функція часто ігнорується. Він полягає в раціональному використанні суспільством упаковки, що співвідноситься з вимогами, що стосуються цього виду матеріалів: не завдавати значної шкоди навколишньому середовищу під час використання та утилізації [1].

Вибір методів обробки, а також спеціальних добавок мають певне значення для властивостей матеріалу. Існує два принципи поділу полімерів: термопластичний і терморективний, а також споживчий і технічний. Істотна відмінність терморективних матеріалів від термопластів полягає в тому, що вони не відповідають полімеризованим виробам. Переробка та використання більшої кількості застосовуваних для інших видів полімерів, що робить їх більш прийнятними для цін на упаковку. Терморективні матеріали не можна використовувати повторно [2].

Розглянемо найпоширеніші типи полімерів, які застосовуються для упаковки

продуктів:

Поліетилен

- високої щільності ПЕВП / HDPE;
- низькою щільності ПЕНП / LDPE;
- поліетилентерефталат ПЕТ / PETE / PET;
- полівінілхлорид ПВХ / PVC / V;
- поліпропілен ПП / PP;
- полістирол ПС / PS.

Поліетилен отримують полімеризацією етилену газу під тиском або підвищеній температурі із застосуванням металевих каталізаторів (рис. 1.1.):

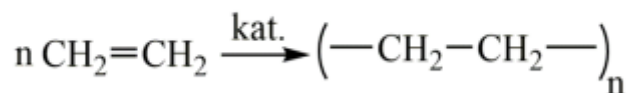


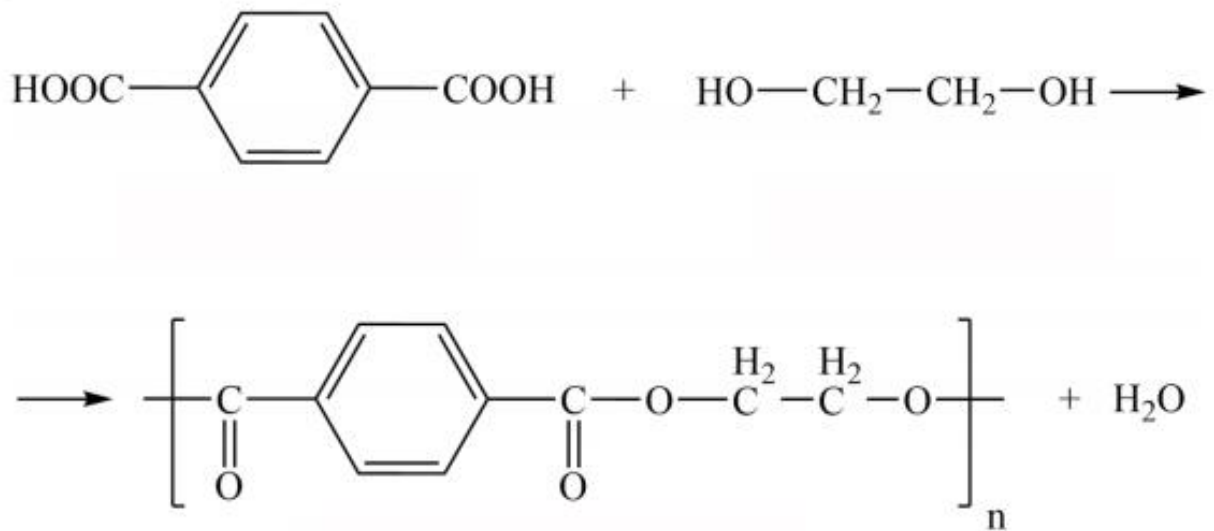
Рис. 1.1. Реакція отримання поліетилену [4].

Такі матеріали можуть мати однакові значення молекулярного ваги. На їх властивості впливає характер розгалуження бічного ланцюга. Особлива різниця спостерігається в значеннях щільності [2].

Молекули лінійної структури мають здатність ущільнюватися компактно, утворюючи ПЕВП (значення щільності 0,945-0,960 г/см³). А розгалужені молекулярні ланцюжки перешкоджають такому тісному ущільненню, в результаті виходить ПЕНП (0,915-0,920 г / см³). ПЕВП є стійким до хімічних речовин, а також проявляє відносну масло і жиростійкі.

Найчастіше використовується для виготовлення технічної продукції. Витримує температурний діапазон від -81 до + 111 °С. LDPE може підтримувати міцність при досить низьких температурах (до -75), хімічно стабільний, але піддається впливу олії та жиру, є водонепроникним та паронепроникним. Широко використовується для виготовлення тари - бочок, посудин, каністр транспортування та зберігання розчинів кислот та лугів. Однак ПВД проникний для газів, тому слід обмежитися

використанням для продуктів, що мають тенденцію до окислення. Також застосовується в медицині, для виробництва іграшок та харчової промисловості в якості плівки для упаковки продуктів. Поліетилен є полімерами, піддаються переробці під «Вторинну гранулу» [3]. Поліетилентерефталат отримують в результаті реакції



полімеризації терефталевої кислоти і етиленглікол(рис. 1.2.):

Рис.1.2. Реакція отримання поліетилентерефталату [4].

Наявність кисню в структурі речовини надає матеріалу здатність витримувати низькі температури, а бензольне кільце - високі. Цей полімер не розчиняється у воді та у розчинах слабких кислот, майже не пропускає газ. Матеріал нешкідливий лише для короточасного зберігання без нагрівання, без впливу прямих сонячних променів. Найпоширеніше застосування ПЕТ в як сировина для виробництва пластикових пляшок [4]. Саме цей вид відходів споживання є найпоширенішим в світ. Він може бути вдруге перероблений. Утворені продукти використовуються в якості покрівельних матеріалів, стрічок для упаковки, плиток. Полівінілхлорид утворюється в результаті полімеризації газоподібного синтетичного вінілхлориду(рис.1.3.):

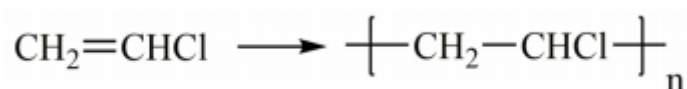


Рис.1.3. Реакція отримання полівінілхлориду [4].

Використання різних типів пластифікаторів дозволяє отримувати різні типи плівок: тверду, м'яку, розтяжну та крихку. За відсутності в композиції пластифікатора застосовують стабілізатори, щоб запобігти частковому розкладанню з виділенням HCl. Товсті плівки ПВХ використовують для виготовлення упаковки для побутової хімії, мастильних матеріалів. Даний матеріал не є стійким до нагрівання, має тенденцію легко розпадатися, тому процес вторинної переробки становить труднощі. Використання хлорвмісних полімерів критикується екологами [5]. Багато виробників перейшли на застосування ПЕТ при виробництві пластикових пляшок, блістерів. Поліпропілен є полімеризованим продуктом газоподібного пропілену (рис. 1.4.):

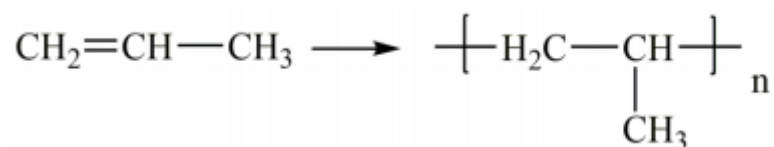


Рис.1.4. Реакція откриття поліпропілену [4].

За своїми властивостями цей матеріал подібний до ПНД, але має покращені характеристики щодо олійної та жиростійкості механічної щільності. У порівнянні з ПЕ має низьку здатність протистояти низьким температурам. Водонепроникний та паронепроникний, кисненепроникний. Завдяки тому, що ПП має високу температуру плавлення (~ 180 °C), продукти, упаковані цим пластиком, витримують короткочасну обробку при 135 °C. Таку упаковку можна стерилізувати. Широко використовується в харчовій промисловості для пакування молочних продуктів, вершкове масло, кондитерські вироби, пластівці для сніданку та інші продукти, де необхідні бар'єрні властивості матеріалу, також виготовленого з поліпропіленової тари, яку часто називають "харчовим пластиком" [6]. Полістирол є продуктом полімеризації рідкого синтетичного стиролу(рис.1.5.):

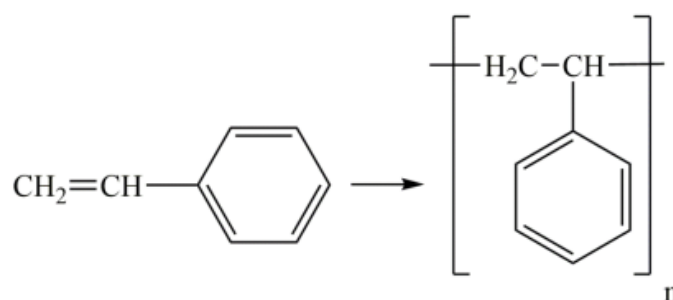


Рис.1.5. Реакція отримання полістиролу [4].

Полістирол - досить твердий і жорсткий полімер. має низьку проникність для газів, але має паропроникні властивості. Хімічно стійкий до дії кислот та лугів. Полістирол, отриманий піноутворенням, широко використовується як матеріал для виготовлення одноразового посуду, захисної та термоформовочної упаковки - лотків для яєць, лотків для м'яса, птиці та риби [6].

За маркуванням пластик буває:

ПЕТ (PETE) - поліетилентерефталат. Це діелектрик, який є міцним і стійким до зносу. Його не можна розчинити в органічному розчиннику чи воді. Поліетилентерефталат можна використовувати для створення ємностей для рідин, наприклад, для пиття напоїв або побутової хімії. Входить до складу деяких хімічних волокон для виробництва одягу або технічних пристосувань. Він також використовується в багатьох інших областях [7].

ПНД - поліетилен високої щільності. Він стійкий до дії води, не реагує з кислотами та лугами. Може розкладатися з використанням азотної кислоти (50% розчин кімнатної температури), а також фтору та хлору. ПНД використовується для виготовлення харчової плівки, куль, одноразового посуду та інших матеріалів. Вироби з цього поліетилену можуть бути перероблені з використанням різних методів утилізації [7].

ПВХ - полівінілхлорид, це 3-й тип пластикової маркування. Він взагалі не має кольору, тобто прозорий. Цей матеріал має хімічну стійкість до мінеральних масел, розчинників, лугів та більшості кислот. ПВХ та віконні профілі, лінолеум або штучна шкіра виготовляються з полівінілхлориду. Він не має стійкості до ультрафіолетових променів [7].

ПВД - поліетилен низької щільності. Його можна використовувати там же, де і попередні матеріали (крім твердих виробів та різних пляшок). Цей вид пластику є одним з найбезпечніших [7].

ПП - це поліпропілен, п'яте маркування виробів із пластмас. Він не має такої високої щільності, як поліетилен, але він більш стійкий до стирання. Також на нього практично не впливає температура. Корозійне розтріскування майже не матиме ефекту. З такого поліпропілену можна виготовляти пакувальні матеріали для швидкопсувних продуктів, пляшечок для дитячого харчування та різних прозорих тюбиків.

ПК - полістирол. Застосовується в теплоізоляційних роботах, у виробництві пляшок, харчових контейнерів та одноразового посуду.

О - маркування інших видів виробів із пластмас. Найчастіше їх використовують у будівництві [7].

1.2. Фізико-хімічні властивості пластмас

Пластмаса або пластична маса це штучно створені матеріали на основі синтетичних або природних полімерів. За ДСТУ 2406-94: пластик - матеріал, основою якого є полімер, що перебуває під час формування виробу у в'язко-рідкому чи високо-еластичному стані, а під час експлуатації — в склоподібному чи кристалічному стані. Пластик формують при підвищеній температурі, у той час коли вони мають високу пластичність. Сировиною для отримання полімерів є нафта, природний газ, кам'яне вугілля [4].

Антифрикційні характеристики багатьох пластмас дають можливість широко використовувати сировину для виробництва у різних сферах промисловості. Серед виробничої промисловості пластик поширений через свою малу густину, саме : 0,80-1,9 г/см³, що значно зменшує масу деталей, висока корозійна стійкість та широкий діапазон інших властивостей. Наприклад, високий коефіцієнт тертя деяких деталей з пластмаси дозволяє використовувати їх для гальмівних пристроїв. Також характерними властивостями пластику є високі теплоізоляційні характеристики,

велику прозорість, тощо. Важливою перевагою пластмас є можливість їхньої переробки у виробі найпродуктивнішими способами з коефіцієнтом використання матеріалу 0,8-0,85 - литтям, видавлюванням тощо. Пластик має вагоме значення у життя людини. Більшість предметів побуту повністю або частково виготовлені з пластмаси. З економічної точки зору поява пластику в нашому житті великий прорив, тому що це дешево у виробництві за короткий період часу. Але з екологічної точки зору пластик має ряд недоліків, а саме: термін саморозкладу дуже великий. Час коливається в межах 250-450 років [8]. Так, як коефіцієнт виробництва пластику у десятки разів більший ніж утилізації, це призводить до накопичення полімерних виробів в світі. Можна виділити такі основні недоліки пластику:

- невисока міцність;
- твердість і механічна жорсткість;
- низька теплостійкість (не більше 200 °С);
- низька теплопровідність (в 500-600 разів менша, ніж у металів);
- схильність до старіння (втрата властивостей під дією тепла, світла, води) [9].

Зі старінням еластичність і міцність пластмас зменшується, зростає їх механічна жорсткість і крихкість. Під еластичністю розуміють здатність матеріалу до великих зворотних деформацій. Цей термін фізично схожий на пружність, але перший використовується для аморфних, а другий - для кристалічних тіл. Більшість пластмас перебувають у склоподібному стані. Такі полімери називаються смолами. Певна кількість кристалічної фази може бути присутнім у пластмасах, що збільшує міцність, жорсткість і термостійкість полімеру. Синтетичні смоли використовуються у виробництві пластмас. Окрім полімерів, пластмаси можуть містити наповнювачі, пластифікатори та спеціальні добавки, що надають пластику певні властивості. Окрім полімерів, пластмаси можуть містити наповнювачі, пластифікатори та спеціальні добавки, що надають пластику певні властивості. Наповнювачами (зміцнюючими компонентами) можуть бути органічні або неорганічні речовини у вигляді порошків (графіту, деревини або кварцового борошна), волокон (папір, бавовна, азбест, скло)

або полотен або листів (тканина, папір, шпон деревини). Наповнювачі підвищують міцність, зносостійкість, термостійкість та інші властивості пластмас. Їх частка в пластмасах може досягати 45-85% [10]. Пластифікатори вводяться для збільшення пластичності та еластичності пластмас (гліцерин, рицинова або парафінова олія тощо).

Добавками можуть бути:

-стабілізатори - речовини, що уповільнюють старіння (сажа, сполуки сірки, феноли);

-мастильні речовини - речовини, що усувають адгезію матеріалу до форми, підвищують його текучість, зменшують тертя між частинками композиції (віск, стеарин, олеїнова кислота);

-барвники - речовини, що надають виробам із пластмас декоративний вигляд;

-каталізатори - речовини, що прискорюють твердіння пластмас (уротропін, оксиди металів);

- антипірени - речовини, що знижують горючість полімерів (наприклад, сполуки сурми);

-антистатики - речовини, що перешкоджають виникненню та накопиченню статичного електричного заряду у виробках з полімерних матеріалів [8].

1.3. Екологічні проблеми вироблення пластмас

Пластмаси або полімери та вироби з них широко застосовуються у всіх сферах людської діяльності. Виробництво та використання пластмас є одним із проявів науково-технічного прогресу, оскільки допомагає знизити собівартість виробництва багатьох виробів, експлуатаційні витрати, поліпшити якість та покращити їх зовнішній вигляд. Невелика вага пластмасових виробів дозволяє зменшити транспортні витрати та витрати праці при влаштуванні великих конструкцій.

Фізико-хімічні та механічні властивості, а також економічні переваги пластмас визначають їх важливу роль у хімізації економіки. Полімерні матеріали замінюють різні традиційні матеріали (метали, скло, папір, картон, шкіра) [11].

Що стосується методів обробки, пластмаси мають значну перевагу перед багатьма іншими матеріалами. Завдяки виробництву пластмасових виробів пресуванням, литтям під тиском, формуванням, екструзією та іншими методами усуваються відходи виробництва (тріска), існує можливість широкої автоматизації виробництва. Нарешті, великою перевагою пластмас перед іншими матеріалами є необмежена і доступна сировина (нафтові гази, нафта, вугілля, відходи лісової промисловості, сільського господарства тощо). Однією з найважливіших переваг пластмас у порівнянні з іншими матеріалами є широка можливість отримання матеріалів із заданою комбінацією властивостей. Пластики все частіше використовуються в будівництві, машинобудуванні, електроніці, меблях, контейнерах, упаковці, предметах побуту, а також у сільському господарстві, транспорті, медицині тощо. В останні роки збільшення виробництва - це новий клас матеріалів - блок-сополімери, що поєднують властивості вулканізованих каучуків та термопластів.

До них належать бутандієнстерол, ізопрестирол, поліолефін, етиленвінілацетатні сополімери. Термоеластоласти, як і звичайні пластмаси, можуть бути оброблені екструзією, каландруванням, термоформуванням та литтям під тиском. Пластмаси не тільки замінюють або доповнюють традиційні матеріали, а й сприяють розробці нових, більш продуктивних методів будівництва.

Переваги пластмас перед традиційними матеріалами виражаються в спрощенні конструкцій, спрощенні монтажних робіт, зменшенні транспортних витрат, розширенні можливостей застосування стандартних деталей, поліпшенні тепло- і звукоізоляції і, врешті-решт, - скороченні термінів і зменшенні вартості капітального будівництва. Перевагою пластмас є менші витрати енергії на їх виробництво, ніж на виробництво конкуруючих матеріалів. Так, на виробництво 1 кг звичайних видів пластмас витрачається близько 11 МДж енергії, заліза - 22-52 МДж, алюмінію - 62-275 МДж, скла для пляшок - 35-55 МДж. Частка енергетичних витрат у виробничих витратах пластмас становить у середньому 3%, у виробництві заліза - 5%, скла для пляшок - 6%, цементу - 16% та первинного алюмінію - 24%. Енергоспоживання пластикових виробів також значно нижче.

Наприклад, витрата енергії на виготовлення скляних бутлів в 25-30 разів вище, ніж цей показник при виробництві пластмасових судин такої ж ємності. Технологія виробництва пластмас розвивається по шляху вдосконалення традиційних методів, розробки і впровадження нових методів, упершу чергу, для виробництва великотоннажних продуктів: поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду, полістиролу [12]. Існує тенденція до збільшення ступеня перетворення, наприклад, за допомогою більш ефективних ініціаторів реакцій, до збільшення одиничної ємності одиниць, проведення реакцій у таких матеріалах, як термопласти і фторуглероди. Термоеластоласти за більш м'яких умов поєднують стадію полімеризації в присутності більш активних каталізаторів із процесом формування. Існує три основні технології виробництва пластикових виробів та пластикової упаковки, а саме видувне формування, лиття під тиском та видувне формування. Основними матеріалами при виготовленні пластмасових виробів є поліпропілен, поліетилен, полістирол, сополімери стирола. Використовується кілька видів обладнання: екструзійне та видувне формування, обладнання для лиття під тиском, установки для лиття під тиском. Дробарки використовують для подрібнення дефектних виробів та пластикових відходів, після чого подрібнене можна використовувати як вторинну сировину. Екологічні аспекти виробництва пластмас - це негативний вплив на атмосферу та захист атмосферного повітря, а також утворення ряду відходів при виробництві пластикової упаковки.

Небезпечними речовинами, що потрапляють в атмосферу під час технологічного процесу виготовлення пластикової упаковки, є: вуглекислий газ (клас безпеки 4), оцтова кислота (клас безпеки 3), ацетальдегід (клас безпеки 3), формальдегід (клас безпеки 2), вінілбензол (2 клас безпеки) [11].

Найбільшу небезпеку становить вуглекислий газ, оскільки збільшення його вмісту в повітрі призводить до парникового ефекту, що є глобальною екологічною проблемою. Оцтова кислота, ацетальдегід і формальдегід є вибухонебезпечними речовинами і викликають ряд негативних наслідків для організму людини. Оцтова кислота в результаті реакцій з окислювачами та основами також має агресивний вплив на метали з утворенням горючого газоподібного водню, деяких видів пластмас,

каучуку та інших покриттів. Вінілбензол - отрута загальної токсичної дії, має подразнюючу мутагенну та канцерогенну дію та має неприємний запах; небезпечні для людського організму [13].

Основними відходами, що утворюються при виробництві пластмасових виробів, є: пінополістирол, сополімери стиролу, залишки та суміші полімерних матеріалів, відходи поліетилену високого тиску (злитки, залишки, шлюб), поліетилен низького тиску, відходи поліпропілену, поліетилентерефталат (лавсан) - пляшки, інші тверді пластикові відходи (PETg), а також ряд інших промислових відходів, відпрацьовані батареї та ртутні лампи, змащені тирсу, циклоновий пил, синтетичні та мінеральні відпрацьовані олії, протиральний матеріал, дерев'яна тара, абразивний пил, папір відходи та картон, упаковка, різні металеві стружки, брухт, відходи життєдіяльності та підприємств, зношений спецодяг, кошторис прибирання площ).

Основні відходи можуть бути перероблені подрібненням та гранулюванням і повторно використані в процесі як вторинна сировина. Інші промислові відходи збираються у спеціально відведених місцях для тимчасового зберігання, потім по мірі накопичення вивозяться на особистому транспорті підприємства або транспортуванням спеціалізованої організації з вивезення відходів (згідно з договором) на звалище для захоронення твердих побутових відходів або утилізація.

Оскільки виробництво пластмасових виробів відіграє важливу роль у сучасному світі, необхідно вжити низку заходів для зменшення негативного впливу цього виробництва на навколишнє середовище [14].

Основними заходами зниження негативного впливу виробництва пластикової упаковки на навколишнє середовище є:

-санітарне очищення стиролвмісних газів (метод каталітичного окислення викидів, адсорбційне вилучення стиролу із забрудненого повітря, пиловловлювачів);

- нейтралізація газоподібних викидів, що містять фенол, формальдегід та метанол, методами поглинання та адсорбції, хемосорбції, блочним методом, дефенолювання викидів окисленням вихлопних газів;

-з утворенням пилу, використанням рукавних і волоконних фільтрів та ряду моделей інших фільтрів; - зменшення класу небезпеки утворених відходів за

рахунок використання сорбентів та сортування; - використання відходів як вторинної сировини. Таким чином, розробка організаційно-технічних заходів щодо зменшення негативного впливу технології пластикової упаковки на навколишнє середовище покращить управління екологічною безпекою процесу [15].

1.4. Класифікація методів виготовлення виробів з пластику

В даний час відомо кілька десятків основних та спеціалізованих методів виготовлення виробів з пластмас. Кожен спосіб - це спосіб реалізації технології виготовлення виробу з полімерного матеріалу, який визначається кількома факторами.

По-перше, це визначається класом полімеру. Існує два класи полімерів: термопласти і терморектори. Отримання продуктів з терморективів (фіксація їх форми) супроводжується фізико-хімічними процесами (реакціями утворення тривимірного полімеру - затвердінням). В результаті реактопласт стає нерозчинним, тобто не тоне. Обробка термопластів супроводжується лише фізичними процесами. Форма термопластичного виробу фіксується охолодженням нижче температури склування (або кристалізацією). При нагріванні вище температури потоку термопласти можуть знову переходити зі склоподібного (твердого) стану у в'язкий стан без значних змін хімічної структури. Тому термопластичні відходи можна переробляти на вироби з невеликим погіршенням їх властивостей [16].

Подруге, спосіб обробки полімеру визначається агрегатним станом, в якому знаходиться полімер на момент виготовлення: склоподібний (холодне пресування, різання тощо), високоеластичний (термоформування), в'язкий (лиття, пресування, екструзія тощо). При утворенні продуктів полімери часто перебувають у в'язкому (в'язкопластичному) або перехідному (від високоеластичного до в'язкого) стані, а в процесі експлуатації - у склоподібному або кристалічному або високоеластичному [17].

По-третє, спосіб виготовлення пластмасових виробів залежить від їх конфігурації та розмірів. Наприклад, порожнинні резервуари отримують екструзією з

подальшим продуванням, а дуже громіздкі - обертальним литтям. Таким чином, спосіб обробки все ще можна представити як загальну, принципово спеціальну технологію, що поєднує в собі один і той же тип процесу, обладнання, обладнання та матеріал. Маккелві об'єднав різні методи виготовлення термопластичних виробів у типові групи. Перша група охоплює способи виготовлення пластмасових виробів, при яких утворення виробів відбувається при високих швидкостях зсуву полімеру, який знаходиться у в'язкому стані, з подальшим його охолодженням. Для другої групи характерні суглобові дифузійно-адгезійні процеси. Третя група методів виготовлення пластмасових виробів поєднує методи їх формування з розчину. Четверта група включає методи виготовлення спінених виробів з термопластів. Всі методи п'ятої групи характеризуються хімічними реакціями утворення полімерів, які поєднуються з утворенням продукту у формі. Шоста група містить методи, які можуть бути як самостійними, так і завершальними стадіями основного технологічного процесу [18]. Це методи термоформування. Вони проводяться, коли полімер знаходиться у високоеластичному стані. Методи обробки реактопласту також об'єднані в одну класифікаційну схему. У всіх методах сьомої групи формування продукту здійснюється потоком під дією напруги зсуву матеріалу преса, що знаходиться у в'язкопластичному стані, і подальшим затвердженням (структуруванням) когезиву. Тому всі методи виготовлення реактопластичних виробів, які об'єднані в сьомій групі, характеризуються загальними фізико-хімічними процесами, що відбуваються під час переробки.

До восьмої групи належать способи обробки армованих пластмас, а до дев'ятої - способи виготовлення спінених виробів з терморективів. Існує також класифікація методів виготовлення виробів з пластмас, яка була розроблена під час складання типових технологічних процесів і полягає в поділі методів виготовлення виробів за сировиною; технологічні етапи, що виконуються під час їх здійснення; технологічні режими; обладнання та обладнання, що використовується тощо [19].

1.5. Висновки до розділу

Пластик та пластиківироби значно спростили наше життя, але з появою цього матеріалу з'явилося багато екологічних проблем. Вироби з пластику досить різноматнітні та їх сфери застосування. За видами пластик буває: поліетилен низької та високої щільності, поліетилентерефталат, полівінілхлорид, поліпропілен, полістирол. Найбільш поширеним є пластик маркування ПЕНП(пластик низької щільності). За маркуванням пластик буває: PET, NDPE, PVC, LDPE, PP, PC, O.

У цьому розділі було проаналізовано види пластику та їх маркування, а також їх фізико-хімічні властивості. Пластик має рядо переваг та недоліків. У ході виробництва пластику використовують наповнювачі, що підвищують його міцність, зносостійкість та теплостійкість. Серед них можна виділити: стабілізатори, мастильні матеріали, каталізатори, антипірени, антистатиками. За методами переробки пластик має значну кількість переваг перед іншими матеріалами. Завдяки виготовленню виробів із пластмаси методами пресування або лиття під тиском та іншими методами усуваються відходи виробництва і це дає можливість автоматизувати виробництво. Основними заходами зниження негативного впливу виробництва пластикової упаковки на навколишнє середовище є:

- санітарне очищення стиролвмісних газів;

- нейтралізація газоподібних викидів, що містять фенол, формальдегід та метанол, методами поглинання та адсорбції, хемосорбції, блочним методом, дефенолювання викидів окисленням вихлопних газів;

- з утворенням пилу, використанням рукавних і волоконних фільтрів та ряду моделей інших фільтрів; - зменшення класу небезпеки утворюваних відходів за рахунок використання сорбентів та сортування; - використання відходів як вторинної сировини [15].

РОЗДІЛ 2

БІОДЕГРАДАЦІЯ ПЛАСТИКУ ТА ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ

2.1. Підготовка полімерних виробів до утилізації

Пластмаси - матеріали, отримані на основі природних та синтетичних полімерів, а також ряд додатків різного призначення, які завдяки своїй пластичності під дією тепла та тиску можуть набувати та зберігати надану їм форму у виробі. Таким чином, пластмаси - це складні склади різних хімічних речовин на основі полімеру або суміші полімерів.

Найпоширенішими неполімерними компонентами пластмас є наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, зшиваючі агенти, структуруючі речовини, мастила, барвники, антипірени, антистатиками та антисептиками тощо. Наповнювачі вводяться для поліпшення механічних властивостей пластмас, зменшення усадки, забезпечення полімерний матеріал з іншими цінними експлуатаційними властивостями, а також для зниження собівартості виробів. Активні наповнювачі значно покращують експлуатаційні властивості полімерних матеріалів, а інертні, не змінюючи властивостей пластмас, знижують їх вартість. Наповнювачами можуть бути тверді, рідкі та газоподібні речовини неорганічної та органічної природи, які рівномірно розподіляються в обсязі композиції та мають чітку межу між полімером. Тверді наповнювачі поділяються на порошкоподібні, зернисті, волокнисті та листові. Термопласти часто містять 18-42%, а терморезистивні - 35-85% наповнювачів. Найпоширенішими порошкоподібними наповнювачами є деревне борошно, крейда, каолін, тальк, слюда, а серед армуючих - скло, вуглець, органічні та металеві волокна. Пластифікатори вводяться в пластмаси для підвищення їх еластичності та пластичності під час обробки та експлуатації. Пластифікація полегшує утворення продуктів, знижуючи температуру обробки пластмас, а також змішуючи полімер з іншими компонентами композиції, підвищує морозостійкість виробів [20]. Пластифікатори - це в основному аліфатичні ефіри фталевої та ортофосфорної кислот, або олігомерні поліефіри, наприклад, діоктилфталат, трикрезилфосфат, трибтерин тощо. У процесі виробництва та експлуатації виробів з пластмас відбувається процес

старіння, який призводить до погіршення їх фізичних, механічних та інших експлуатаційних властивостей [21].

Стабілізатори - речовини, які вводяться в пластмаси для підвищення стійкості виробів до різних факторів (тепла, випромінювання, кисню, озону тощо) в умовах переробки, зберігання та експлуатації. Найпоширенішими стабілізаторами є антиоксиданти, антиозонанти та світлостабілізатори для пластмас, а також інгібітори руйнування. Зшиваючі агенти використовуються в полімерних композиціях для зшивання на певних стадіях переробки лінійних макромолекул у тривимірну сітку. Затвердіння - це процес взаємодії реакційноздатних груп олігомерів або лінійних макромолекул між собою або з затверджувачами. Серед найважливіших затверджувачів ініціаторами та каталізаторами для затвердіння пластмас є уротропін, поліетиленполіамін, пероксиди та сірка для еластомерів. Як зазначалося вище, процес виготовлення пластмасових виробів складається з таких етапів: приготування полімерної композиції із заданими властивостями; переведення його в стан, в якому він легко набуває бажаної форми; формування продукту; фіксація його форми; заключні операції, щоб надати товару товарний вигляд [22].

До підготовчих стадій, у першу чергу, відносять:

- подрібнення
- просіювання
- усереднювання партій
- підсушування (зволоження)
- розчинення, змішування
- таблетування
- вальцювання
- гранулювання

Всі ці стадії спрямовані на підготовку сировини з метою полегшення перебігу й інтенсифікації основного процесу формування виробу з необхідним комплексом властивостей. Розглянемо коротко кожну із цих стадій [22].

Шліфування. При виготовленні пластмасових виробів використовують дрібнодисперсну сировину. Майже всі термопласти обробляються у вигляді гранул, а

пресові порошки з реактопластів - у вигляді порошку. З розвитком технологій гранульований пресовий матеріал набуває все більшого поширення. Порошкова технологія обробки термопластів також набуває широкого поширення. У сучасних технологіях все частіше використовується сировина у вигляді тонкого порошку з розміром частинок 50 мкм. Якщо термопластик у вигляді порошку можна отримати під час синтезу полімеру (емульсійна, іонна та лакова полімеризація з подальшим осадженням), то в процесі синтезу реактопластів когезив має вигляд моноліту, який необхідно подрібнити. Подрібнення застосовується також при переробці вторинної сировини (подрібнених промислових відходів). На сьогоднішній день норми застосування вторинної сировини до основної в кількості від 6 до 35%. Цей захід забезпечує значну економію матеріалів. Він також спрямований на створення безвідходних технологій, що зменшують забруднення навколишнього середовища. Тому, залежно від вимог до сировини, вибирайте спосіб подрібнення та підбирайте необхідне обладнання.

Існує три методи подрібнення полімерних виробів - грануляція, механічне подрібнення та отримання дрібних порошків. Грануляція - відбувається, коли:

- отримання гранул шляхом суспензійної полімеризації;
- віджимання розплавленого полімеру з синтезної колони через матрицю та подрібнення сформованих стрижнів ножовою дробаркою;
- гранулювання екструзією.

У разі «гарячого» гранулювання, коли грануляція відбувається без попереднього охолодження, використовують комбіновану головку, яка виконує функції видавлювання стрижнів, гранулювання та охолодження гранул шляхом подачі її холодної води. Вода подається під тиском через вал роторної ножової дробарки до робочого колеса. Гаряче гранулювання може здійснюватися струменем води, що перетинає полімерні стрижні, які перебувають у в'язкому стані. Вода в цьому випадку подається під високим тиском тонкою струменем, перпендикулярним напрямку екструзії в каналах полімерних стрижнів.

Механічне подрібнення економічно вигідне при одержанні порошків з розміром частинок 0,6 ÷ 3 мм (крупнозернистих). Розмір частинок, добутих таким методом при

кімнатній температурі, обернено пропорційно залежить від крихкості полімеру.

Тонкодисперсні порошки виготовляють:

- розпилення розплаву полімеру в повітряній камері зверху. Недоліком цього способу є висока енергоємність завдяки високій в'язкості розплаву;

- розпилення дисперсії розплаву полімеру в гарячій воді, отриманій в автоклаві при високих тисках. При натисканні через сопло цієї суміші вода випаровується і утворюється порошок з розміром частинок 2 м 6 мкм. Слід зазначити, що в цьому випадку в'язкість системи на 2 порядки менше в'язкості розплаву;

- осадження полімеру з розчину розчинником, який добре змішується з першим розчинником і не розчиняє полімер. Осадження відбувається при інтенсивному перемішуванні.

Цей метод дає найтоншу полімерну фазу. Однак слід зазначити, що зменшення розміру частинок фази вимагає значного збільшення кількості осадителя. Прикладом промислового осадження є екстракція полікапроаміду з розчину в соляній кислоті. Додаючи осаджувач порційно, можна розділити полімер на фракції за допомогою молекулярної маси - фракціонування [23].

Скринінг. Етап скринінгу використовується для:

- відбір фракції полімеру, наповнювача або сполучного з необхідним гранулометричним складом;

- очищення подрібненої сировини, наповнювачів від механічних домішок та агломератів.

Агломерат - значна частина сировини з високою щільністю і концентрацією. У технології агломератом також називають сировину, отриману після подрібнення виробничих відходів з розміром частинок \square 5 мм, які потім подають на гранулювання; і гранули з високим вмістом барвника або іншої добавки. Просіювання проводять на ручних або механічних вібраційних ситах, що характеризуються відповідним розміром комірки [23].

Усереднення (укрупнення) партій. Полімерні матеріали, особливо прес-порошки, можуть поставляти на завод дрібними (по відношенню до маси виробів) партіями. Наприклад, прес-порошок фенопласту випускається партіями масою 0,6 - 3

т. Для полегшення переробки без переналагоджування обладнання й оснащення та без зміни технологічного режиму усереднюють партії: змішують декілька партій в змішувачах барабанного типу, після чого аналізують одержану укрупнену партію і встановлюють єдиний технологічний режим переробки для неї [23].

Сушіння. Під час транспортування, зберігання та підготовки сировина поглинає вологу. Тому виробництво часто сушать, щоб:

- усунення дефектів, викликаних наявністю вологи;
- усунення можливості полімерного руйнування (це найважливіше для полієфірів, полікарбонатів та поліамідів);
- підвищення монолітності продукту;
- підвищення діелектричних та оптичних характеристик виробу.

Сушіння проводиться в режимі, при якому фізико-хімічні зміни полімеру неможливі, і проводиться тонким шаром в стрічкових, тунельних, камерних або вакуумних барабанних сушарках. Вакуумне сушіння значно прискорює процес і, крім того, відбувається за нижчих температур, ніж у повітрі, що дуже важливо для легко гідролізуються полімерів (ПА, ПЕТ, ПК тощо). В результаті гідролізу полімеру зменшується його молекулярна маса, змінюється структура, а отже, погіршуються реологічні характеристики розплаву, а також знижується механічна міцність продукту.

Зволоження. Стадія зволоження в основному використовується для порошків преса і спрямована на приведення в'язкості розплаву матеріалу під час обробки до необхідної. Досить реактивний пресовий матеріал, що містить менше 1,5% вологи, характеризується високою в'язкістю і, отже, низькою текучістю, у зв'язку з чим при пресуванні можлива відсутність (недопресування), оскільки не завжди в таких умовах можна постійно заповнювати порожнинні форми під тиском. Для цього сировину зрошують струменем розпилювача або утримують у парових камерах, потім вказують вміст вологи та встановлюють відповідний режим обробки. Нормований вміст вологи в порошках преса становить 1 - 4% [23].

Змішування. У технології переробки пластмас змішування відіграє важливу роль і в багатьох випадках виступає основною стадією технологічного процесу, від

якого залежить все - режим обробки, якість кінцевого продукту, продуктивність процесу, охорона праці та умови безпеки. При виробництві полімерних виробів змішують полімерну сировину різних типів, різні за структурою полімери, утворюючи полімерну суміш, полімерну сировину з барвниками, стабілізаторами і пластифікаторами, первинну полімерну сировину з вторинною, суміш полімерної сировини різних партій, полімери і олігомери тощо. Саме процес змішування можна розділити на дві різновиди. Залежно від способу здійснення, який визначається типом компонентів і фізико-хімічними процесами, що супроводжують перемішування, - відбувається змішування сипучих матеріалів (механічне перемішування) і диспергування. Механічне перемішування застосовується при змішуванні порошків і гранул. Розподіл частинок за розміром компонентів не змінюється (розмір і форма частинок не змінюються). Тому кажуть, що змішування відбувається без зміни розміру фаз. При такому перемішуванні не потрібно підвищувати температуру (процес проводиться при кімнатній температурі) і процес не вимагає великих механічних зусиль. Основною вимогою до конструкції обладнання та умов змішування є забезпечення необхідної однорідності отриманої суміші в оптимальні, бажано найкоротші терміни. Другий різновид - змішування із зміною розміру фаз або дисперсією. Цей процес найчастіше виконують, коли полімерна сировина знаходиться у в'язкому або набряклому стані в розчиннику або пластифікаторі. Найчастіше використовується при приготуванні полімерних сумішей, полімерних сумішей з дисперсними наповнювачами або стабілізаторами, з рідкими пластифікаторами, дисперсними барвниками (бажано з концентратами) тощо. Цей тип змішування повинен включати розчинення полімерної сировини. Для диспергування потрібні особливі умови, засновані на необхідності зміни розміру фази, а саме необхідності міжструктурного розподілу диспергатора в полімерній безперервній фазі (яка, як відомо, характеризується дуже високою в'язкістю). Це впершу чергу висока температура і великі механічні навантаження на змішувальний елемент (пристрій), які також викликають значні напруження зсуву. Ці вимоги визначають особливості та тип конструкції обладнання для диспергування та відповідний, специфічний для кожного виду полімеру, режим обробки (змішування).

Тому цей спосіб можна віднести до стадії переробки полімерів [24].

Дисперсія. Стадія змішування найбільш широко використовується в технології переробки полімерів, оскільки для виготовлення виробів вкрай рідко використовують полімер у чистому вигляді. В основному використовуються композиції на основі полімеру та різноманітних добавок: пластифікатори, стабілізатори, наповнювачі, барвники тощо. Дуже часто застосовуються суміші полімерів з різними властивостями, а також наповнені газом полімери. Розрізняють змішування за типом компонентів:

- змішування твердих речовин з рідиною під дією механічних сил (наприклад, введення пластифікатора);
- змішування рідин (полімеру у в'язкому стані та добавок) під дією зовнішніх сил та молекулярної дифузії:
 - змішування двох полімерів у в'язкому стані;
 - введення газу в полімер, який знаходиться у в'язкому стані;
 - змішування полімеру у в'язкому стані з твердими компонентами (наповнювачами, стабілізаторами тощо).

Розчинення. Для виготовлення плівок, клеїв, лаків, покриттів, а іноді і армованих пластмас використовують розчини полімерів або олігомерів. Розчинення можна вважати особливим випадком змішування, коли останнє відбувається на молекулярному рівні.

При розчиненні вирішуються дві основні задачі:

- вибір розчинника на основі його хімічної структури, фазових властивостей та термодинамічних умов процесу;
- прогнозування властивостей розчину та відповідного продукту, отриманого з нього.

Вибір розчинника здійснюється відповідно до спорідненості хімічної структури, адекватності полярності щодо полімеру, що може бути вирішено з урахуванням термодинамічних законів розчинення полімерів [24].

Фарбування. Фарбування проводять для того, щоб надати виробу з полімерного матеріалу естетичний вигляд. Картина може бути поверхневою або об'ємною.

Фарбування поверхні спрямоване на додання відповідного кольору зовнішній поверхні виробу. Це фарбування виконується за допомогою фарб або лаків, які наносяться на поверхню. Сам процес подачі заявки залежить від конструкції деталі, серійного виробництва та типу пристроїв або обладнання для нанесення. У зв'язку з цим воно здійснюється зануренням виробу до ванни з фарбою або нанесенням фарби за допомогою малярних пристосувань - малярного інструменту або повітряного розпилювача. Насипне фарбування проводиться змішуванням полімерної композиції з барвником або пігментом (пилючі гранули, змішування порошків) або змішуванням гранульованого матеріалу з концентратом. Після змішування порошків зазвичай проводять гранулювання.

Концентрат - це полімерні гранули із вмістом барвника або пігменту 30-40%. Застосування концентрату дозволяє виконувати фарбування в процесі обробки, подібно до наплення гранул, при змішуванні барвника з розплавом полімеру відбувається в пластичній зоні машини [25].

2.2. Проблеми та напрямки утилізації відходів з пластику

Одним з найбільш відчутних результатів антропогенної діяльності є утворення відходів. Рациональне поводження з відходами, зокрема із пластиковими відходами, набуває важливого значення в економічному та екологічному відношенні.

Відходи термопластів поділяються на:

- відходи технологічного виробництва, що утворюються під час синтезу та переробки пластмас та компонентів, від 7 до 30% (за вагою). За властивостями вони мало чим відрізняються від сировини і можуть бути перероблені в суміші з вихідним матеріалом;

- відходи промислового споживання, що накопичуються в результаті руйнування полімерних виробів. Ці відходи досить однорідні і можуть бути перероблені у продукти;

- державні відходи, що накопичуються на звалищах внаслідок морального або фізичного зносу полімерних деталей. Частка громадських відходів становить 55% від

усіх полімерних відходів. Поховано на звалищах, пластмаси не розкладаються і завдають ґрунтам великої шкоди [26].

Альтернативним способом переробки пластмас є спалення. При спалюванні пластикових відходів виділяється дим з частинками розміром від 0,5 до 10, летючі забруднювачі, такі як оксиди металів, діоксини, і утворюється зола, що містить важкі метали. Послуги з переробки пластмас - сукупність процесів отримання продуктів або напівфабрикатів із заданими властивостями на спеціальному обладнанні. Методи переробки пластикових відходів поділяються на дві групи: фізико-хімічні та механічні. Механічні методи переробки пластикових відходів для їх вторинного використання полягають у подрібненні різних пластичних речовин. Під час такої обробки утворюються крихти та порошкоподібні матеріали, які піддаються литтєвому формуванню.

Переробка пластмас за допомогою фізико-хімічних методів може здійснюватися одним із наступних методів:

- руйнування (в результаті олігомери та мономери використовуються у виробництві волокон та плівок);
- повторне плавлення (спосіб дозволяє виготовляти гранули за допомогою технології лиття під тиском або технології екструзії);
- повторне осадження з розчинів (метод застосовується у виробництві композиційних матеріалів, порошоків, що застосовуються для нанесення полімерних покриттів);
- хімічна модифікація (метод дозволяє виготовляти матеріали з новими фізико-хімічними властивостями). Найпоширенішим є метод переплавлення, тобто метод грануляції або таблетування.

Загальна схема процесу вторинної переробки пластмасових виробів включає стадії, наведені на рис. 2.1. [27]



Рис.2.1. Схема перероблення виробничих відходів [27].

На першому етапі відходи сортуються за зовнішнім виглядом (відокремлені непластичні компоненти). Далі, в результаті одно- або двоступеневого подрібнення матеріал досягає розмірів, необхідних для його подальшої обробки. На наступному етапі подрібнений матеріал промивають від забруднень, а неметалеві домішки відокремлюють. Наступний етап залежить від обраного способу поділу відходів за типом пластику. При мокрому способі спочатку проводять поділ, а потім сушку. При використанні сухих методів - спочатку сушіння, а потім класифікація. Завершальним етапом процесу використання відходів є переробка гранулятів у продукти. [20] У процесі вторинного використання пластмас необхідно запобігти або зменшити погіршення їх фізико-механічних і реологічних властивостей. З цією метою в композиції на основі вторинних полімерних матеріалів вводять додаткові стабілізатори, що дозволяє зберегти їх експлуатаційні характеристики. Технологічна схема регенерації пластмасових відходів, що містять до 10% каучуку, металу, скла та інших матеріалів, представлена на рис. 2.1. Відходи конвеєром подають на дробарку 2. Далі їх промивають і пневматичним транспортом направляють в повітряний класифікатор 3, де відділяється близько 3% важких відходів. Далі відходи додатково подрібнюють в дробарці другого ступеня і продувають через магнітний сепаратор 4 для видалення залишилися металів. Подрібнені відходи промивають, сушать в відцентрової сушарці 7. Висушені відходи перемішують в турбінної млині 8 для запобігання грудкування і подають в екструдер 9, де за допомогою таблетована пристрої 10 матеріал перетворюється в таблетки. [28]

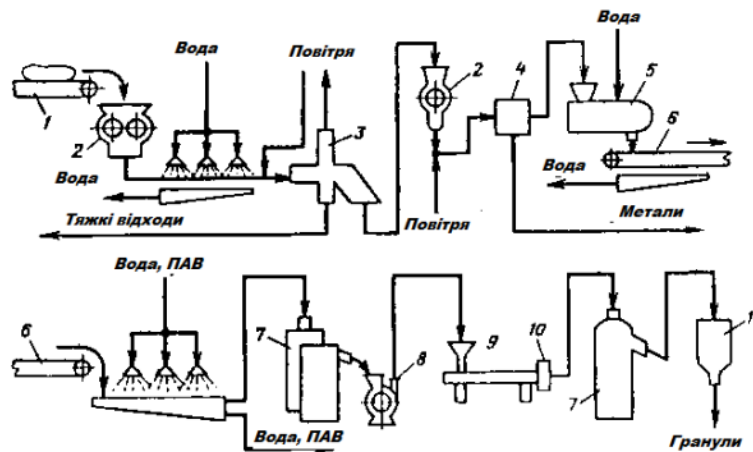


Рис. 2.2. – Схема регенерації пластмасових відходів:

1 - конвеєр для подачі мішків; 2 - дробарки; 3 - повітряний класифікатор; 4 - магнітний сепаратор; 5 - промивач; 6 - конвеєр; 7 - відцентрові сушарки; 8 - млин; 9 - екструдер; 10 - таблетована пристрій; 11 - бункер для таблеток

Основними способами переробки пластмас є:

- піроліз (термічний розпад відбувається при високих температурах за відсутності кисню);
- гідроліз (розкладання екстремальними температурами та тиском);
- гліколіз (руйнування, що відбувається при високому тиску і температурі в присутності каталізатора та етиленгліколю для отримання екологічно чистого продукту);
- метаноліз (розщеплення метанолом) [29].

Під час термічної обробки пластик, що підлягає переробці, не вимагає попереднього ретельного сортування та очищення. Продуктами переробки пластмас шляхом піролізу є сухий залишок, піролізний газ, котельне паливо. Під час цього процесу тверді речовини перетворюються на гарячий газ, який може використовуватися для отримання тепла, і в рідину - мазут [26]. Основним недоліком процесу піролізу є утворення шкідливих хімічних сполук. Щоб вони не потрапляли в атмосферу, необхідно використовувати досить складні системи фільтрації та очищення, що негативно позначається на прибутковості цього методу. Вторинний пластик можна використовувати для різних цілей. Так, із нього виготовляють

синтетичні нитки, з яких згодом можна виготовити одяг, килими, плівки та інші вироби. Близько двох третин всього вторинного європейського пластику використовується для виготовлення поліестеру, який використовується як ізоляція для спортивного одягу, спальних мішків та наповнювача для м'яких іграшок. Також із вторинного пластику можна зробити і упаковку. Словом, є неймовірна кількість місць, де можна використовувати перероблений пластик [29].

2.3. Біодеградація полімерних матеріалів

Біодеградація - руйнування складних речовин, матеріалів, продуктів в результаті живих організмів. А саме під дією мікроорганізмів, грибків, водоростей. Цей процес є основним механізмом знищення людських відходів. Це стосується як відходів, так і промислових відходів. Органічні відходи та більшість неорганічних, за винятком радіоактивних речовин, піддаються біодеградації. Цей процес є основним механізмом протидії екосистем антропогенним факторам. Швидкість біодеградації визначається типом задіяних організмів, умовами (температурою, вологістю), освітленістю та багатьма іншими факторами. Людина може використовувати процес біодеградації для отримання біогазу, оскільки продуктом метаболізму будь-яких організмів, які вступають у цей процес, є - метан [30].

Біодеградацію іноді називають поверхневим розкладанням, яке змінює механічні, фізичні та хімічні властивості матеріалу. Ця стадія відбувається, коли матеріал зазнає впливу абіотичних факторів навколишнього середовища, і дозволяє подальше розкладання, послаблюючи структуру матеріалу. Деякі абіотичні фактори, що впливають на ці початкові зміни, - це компресія (механічна), світло, температура та хімічні речовини в навколишньому середовищі. Хоча біодеградація зазвичай відбувається на першій стадії біодеградації, в деяких випадках вона може відбуватися паралельно з біофрагментацією. Розкладання матеріалів мікроорганізмами у присутності кисню - це аеробне бродіння, а розкладання матеріалів за відсутності кисню - анаеробне бродіння. Основна відмінність між цими процесами полягає в тому, що анаеробні реакції виробляють метан, а аеробні - ні (проте обидві реакції

утворюють вуглекислий газ, воду, деякі залишки та нову біомасу) [31]. Крім того, аеробне бродіння зазвичай відбувається швидше, ніж анаеробне бродіння, тоді як анаеробне бродіння краще зменшує об'єм і вагу матеріалу. Завдяки здатності анаеробного травлення зменшувати об'єм та масу відходів та виробляти природний газ, технологія анаеробного травлення широко використовується в системах поводження з відходами та як джерело місцевої відновлюваної енергії. На стадії асиміляції продукти біофрагментації інтегруються в мікробні клітини. Деякі продукти фрагментації легко транспортуються всередину клітини мембранними транспортерами. Однак іншим все ще доводиться проходити реакції біотрансформації, щоб отримати продукти, які потім можна транспортувати всередину клітини. Потрапляючи в клітину, продукти потрапляють у катаболічний шлях, який веде або до вироблення аденозинтрифосфату (АТФ), або до елементів клітини [32].

На процес біодеградації може впливати безліч факторів. На практиці майже всі хімічні сполуки та матеріали піддаються процесам біодеградації. Однак відносна швидкість таких процесів, таких як дні, тижні, роки чи століття, є важливою. Ряд факторів визначає швидкість розкладання органічних сполук.

До факторів належать світло, вода, кисень і температура. Швидкість розкладання багатьох органічних сполук обмежена їх біодоступністю, тобто швидкістю, з якою речовина всмоктується в систему або стає доступною в місці фізіологічної активності, оскільки сполуки повинні потрапляти в розчин, перш ніж організми зможуть їх розкласти. Швидкість біодеградації можна виміряти кількома способами. Респірометричні тести можна використовувати для аеробних мікробів. Спочатку помістіть зразок твердих відходів у ємність з мікроорганізмами та ґрунтом, а потім суміш провітрюють. Протягом декількох днів мікроорганізми поступово перетравлюють зразок і виробляють вуглекислий газ - отримана кількість CO_2 є показником розкладання [33]. Ступінь біологічного розкладу також можна виміряти анаеробними бактеріями та кількістю метану або сплаву, який вони здатні виробляти.

Важливо відзначити фактори, що впливають на швидкість біологічного розкладання під час випробування продукції, щоб результати були точними та

надійними. Деякі матеріали будуть перевірені як біологічно розкладаються в оптимальних умовах в лабораторії для затвердження, але ці результати можуть не відображати фактичні результати, фактори яких є більш мінливими. Таким чином, дуже важливо мати стандарти на пластикові біологічно розкладаються продукти, що мають значний вплив на навколишнє середовище. Розробка та використання точних стандартних методів випробувань може допомогти гарантувати, що вся пластмаса, що виробляється та продається, справді може біорозкладатися в природному середовищі.

Пластмаси піддаються біологічному розкладанню з дуже змінною швидкістю. Сантехніка на основі ПВХ обрана для роботи зі стічними водами, оскільки ПВХ стійкий до біологічного розкладання. З іншого боку, розробляються деякі пакувальні матеріали, які легко руйнуються навколишнім середовищем. Приклади швидко розкладаються синтетичних полімерів включають полікапролактон, інші складні складні ефіри та ароматично-аліфатичні ефіри, оскільки їх складні ефірні зв'язки чутливі до води. Яскравим прикладом є полі-3-гідроксибутират, відновлювальна полімолочна кислота. Інші - це ацетат целюлози на основі целюлози та целулоїд (нітрат целюлози). В умовах низького вмісту кисню пластмаси руйнуються повільніше. У спеціально розробленій купі компосту процес розкладання можна прискорити. Пластмаса на основі крохмалю розкладається протягом двох-чотирьох місяців у домашньому резервуарі для компоста, тоді як полімолочна кислота істотно не розкладається, що вимагає більш високих температур. Полікапролактон і полікапролактон-крохмальний композити розкладаються повільніше, але вміст крохмалю прискорює розкладання, залишаючи пористий полікапролактон з великою площею поверхні. Однак це займає багато місяців. Термін "компостування" часто використовується неофіційно для опису біодеградації пакувальних матеріалів [34].

Європейський Союз пропонує чотири критерії:

-Хімічний склад: леткі речовини і важкі метали, а також фтор повинні бути обмежені.

-Рівень біорозкладання: перетворення > 92% вихідного матеріалу в CO₂, воду і

мінерали в результаті біологічних процесів протягом 6 місяців.

-Рівень розпадання: не менше 92% початкової маси має бути розкладено на частинки, які можуть пройти через сито 2x2 мм.

-Якість: відсутність токсичних речовин і інших речовин, що перешкоджають компостування.

Полімери, що підлягають біорозкладанню діляться на три групи:

-медичні,

-екологічні

подвійного призначення,

а за походженням вони поділяються на дві групи:

-натуральні

-синтетичні.

Можна відзначити низку груп матеріалів, стійких до біодеградації в біологічному середовищі або, навпаки, розпадаються з тією чи іншою швидкістю:

- об'єкти, які повинні тривалий час бути стійкими в умовах експлуатації в контакті з агресивним біологічним середовищем (поверхні, стійкі до біопошкоджень, імплантати з тривалим перебуванням в організмі);

- Предмети, які функціонують протягом тривалого часу, але як можна швидше розкладаються в біологічному середовищі після використання;

- Об'єкти, які руйнуються з контрольованою швидкістю [37].

У переважній більшості випадків процес біодеградації спостерігається в полімерних продуктах. Він рідше зустрічається у виробках з неорганічних матеріалів (спеціальні види скла та кераміки, призначені для медичного використання), ще рідше - у металевих виробках, що входять до складу медичних виробів. Для випадку біологічного розкладу продукту в навколишньому середовищі біологічним середовищем є ґрунт, системи компостування, вода різних водойм, тобто водні системи, які, крім інших речовин, містять різні мікроорганізми, характерні для цього

середовища (наприклад, ґрунтові бактерії, гриби, мікроскопічні водорості тощо). Найважливіший процес біологічного розкладу стосується деяких типів імплантатів (наприклад, кріплень, кісткових пломб, швів), ряду лікарських форм (наприклад, таблеток, капсул, мікрокапсул), субстратів, що використовуються в тканинній інженерії, а також упаковки продуктів, які повинні бути знищені після використання, що важливо з точки зору екології [34].

Біологічним середовищем в цих випадках служать кров, лімфа, міжклітинна рідина, інші рідкі середовища організму, наприклад, шлунковий сік, сік підшлункової залози, слина і т.д. Тобто водні системи, що містять різні неорганічні і органічні речовини, в тому числі ферменти, а також різні типи клітин. Біодеградація є результатом ряду фізичних, хімічних і біохімічних процесів, що протікають за участю ферментів. Процес біодеградації має певні особливості для різних об'єктів.

Біодеградація полімерного матеріалу може протікати:

- в поверхневому шарі – зовнішньої дифузно-кінетичній області, тобто в шарі, дифузно-доступному для рідкого навколишнього середовища. При цьому властивості матеріалу, в тому числі молекулярна маса полімеру, за межами цієї області не змінюються до руйнування зовнішнього шару. Такий процес призводить до біоерозії поверхні об'єкта, тобто появи на ній нерівностей, западин і т.д.
- в обсязі полімерного виробу, коли швидкість проникнення рідкої біологічного середовища в масу виробу перевищує швидкість розпаду полімеру. Наприклад, при високому ступені набухання виробу в біологічному середовищі, коли проникнення факторів, що сприяють біотрансформації, в тому числі ферментів, полегшено [32].

Перший з цих механізмів зустрічається найбільш часто. На біодеградацію матеріалу в цьому випадку, крім хімічної будови полімеру, впливають такі чинники, як форма виробу, розмір, наявність перфорації, ступінь пористості, наявність наповнювача і т.д. Контакт рідкої біологічного середовища з поверхнею виробу, а отже, з макромолекулами полімеру, з якого він виготовлений, в разі відповідного хімічної будови і структури полімеру викликає початок перебігу процесу

біодеградації. Ця стадія біодеградації проходить без участі клітин (некліткова біодеградація). Одними з факторів, що мають великий вплив на стійкість полімеру до біодеградації, виступають його здатність до сорбції води і інтенсивність дифузії до навколишнього водного середовища. Проникнення водних розчинів в масу або в поверхневі шари виробу, піддається біодеградації, є необхідною стадією, самі по собі високі значення здатності матеріалу до сорбції води і дифузії водяної пари не гарантують високої швидкості цього процесу. Так, вироби з полісілоксанів для яких характерний високий коефіцієнт дифузії водяної пари, що не схильні до біодеградації.

Помірна швидкість біологічного розкладу продукту (і внаслідок гідролізу бічних ефірних груп полімеру) спостерігається для продуктів, виготовлених з полі-(2-гідроксиетил) метакрилату, який має високу сорбцію води. З іншого боку, продукти, виготовлені з таких полімерів, як полігідроксикарбонові кислоти (полігліколід та полілактид), широко використовувані для створення біологічно розкладається упаковки та імплантатів, характеризуються відносно помірними значеннями сорбції та дифузії. Як правило, полімери, здатні розкладатися в біологічних середовищах, мають вищу спорідненість до води завдяки наявності полярних груп. Однак неполярні або низькополярні полімери (полівуглеводні, кремнійорганічні та галогенвмісні вуглецеві полімери) не піддаються біологічному розкладанню в організмі. Таким чином, для перебігу біодеградації необхідне поєднання певних характеристик полімеру, насамперед особливостей будови та структури, забезпечують проникнення в полімер рідких середовищ та наявність функціональних груп, здатних до гідролізу. Для біодеградації продукту необхідна наявність інших факторів, насамперед здатності полімеру, з якого виготовлений продукт, розчинятися у воді та вступати в хімічні процеси, що супроводжуються розкладанням головного ланцюга з утворенням водорозчинного розкладання продукції [26].

Коли об'єкт, що зазнає впливу біологічного середовища, безпосередньо входить в процес біологічного розкладання, останній може бути результатом ряду хімічних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, які включають:

- Розчинення в біологічному середовищі хімічно незмінного полімеру. Ці

процеси відбуваються у випадках, коли біорозкладаний об'єкт виготовлений з водорозчинного полімеру;

- Розчинення в біологічному середовищі продуктів хімічних та біохімічних реакцій, що зазнають матеріалу, з якого він виготовлений (складається), з біологічно розкладаного об'єкта, тобто продуктів, що утворюються в результаті процесів зміни хімічної структури матеріалу.

Гідролітичне розкладання полімерного ланцюга:

- Гідроліз груп, що містяться в полімерному ланцюзі;
- Гідроліз груп, що утворюються в полімерному ланцюзі після попередніх хімічних реакцій.

Утворення водорозчинних продуктів в результаті витоків в полімерних реакціях, які не впливають на довжину полімерного ланцюга.

Утворення водорозчинного полімеру в результаті реакцій, в результаті яких утворюються ліофілізуючі групи, що сприяють його розчиненню;

- Знищення полімерно-полімерних комплексів.

Просте руйнування (розчинення) об'єкта спостерігається, коли він виготовлений з матеріалу, розчинного в біологічному середовищі. У цьому випадку його біодеградація може відбуватися без будь-яких хімічних перетворень матеріалу. Що стосується полімерів, такі матеріали не повинні мати просторову структуру і повинні містити в основному ланцюгу або в бічних гілках полярних функціональних груп, які забезпечують розчинність полімеру у водних середовищах. Розчинення матеріалу імплантату відбувається згідно етапів, добре вивчених для звичайного розчинення полімеру - дифузія середовища в полімерну масу, сольватація макромолекул полімеру молекулами розчинника (в даному випадку - водою) та десорбція сольватованих макромолекул з маси до розчину.

Розчинення супроводжується зміною надмолекулярної структури полімеру, співвідношенням аморфної та кристалічної областей тощо структурними змінами. Тенденцію матеріалу, такого як полімер, до розчинення можна регулювати введенням різних функціональних груп. Для синтетичних полімерів такими функціональними групами є гідроксильні (-OH), карбоксилатні (-COO⁻ Cation⁺), амідні (-CONH₂) та

заміщені амідні групи (-CO-NHR та -CONR₂). Ці групи вводяться в полімер для надання йому розчинності у воді у вигляді бічних груп відповідних ланок високомолекулярного ланцюга. Такі полімери в більшості випадків включають гомо- та кополімери вінілового спирту, акриламід, N-вінілпіролідону, солі акрилових кислот, N- (2-гідроксипропіл) -метакриламід, акриламід, алкіл та діалкіл-заміщений акриламід. Розчинність у воді також мають полімери, що містять у ланцюзі групу аліфатичних ефірів, таких як поліетиленоксид. водорозчинні продукти можна отримати, використовуючи в якості матеріалів для їх виготовлення також природні полімери - глобулярні білки (альбуміни), низькомолекулярні фракції фібрилярних білків (желатин), а також деякі полісахариди (декстран, солі альгінової кислоти та карбоксиметилцелюлоза, крохмаль)]. У більшості випадків водорозчинні полімери використовуються для створення біорозкладаних лікарських форм, що руйнуються в організмі, та для виготовлення деяких пакувальних продуктів. Процеси зміни хімічної структури матеріалу під дією біологічних середовищ поєднуються поняттям біотрансформації (біореакції). Одним випадком біотрансформації є біодеградація (відноситься до високомолекулярних систем) - хімічне розкладання основного ланцюга полімеру, що супроводжується зменшенням його молекулярної маси. Існує ряд напрямків розпаду полімеру в результаті біотрансформації, серед яких - розпад основного ланцюга лінійних полімерів, реакції в бічних гілках при збереженні основного ланцюга, розпад просторових полімерних структур із збереженням полімерних фрагментів, повний розпад просторових полімерів. У переважній більшості випадків, щоб біодеградація відбувалася в основному ланцюгу, повинні міститися функціональні групи, здатні до гідролізу. Найчастіше в якості гідролізованих груп виступають складні складні ефіри, карбонати, аміди, ангідриди, уретани, сечовина, семікарбазиди та ін. ліпіди, пептиди, білки [33]. Слід зазначити, що швидкість хімічного та ферментативного гідролізу цих груп значною мірою залежить від структури радикалів, з якими вони пов'язані. Тому, наприклад, вироби з поліетилентерефталату, складна ефірна група якого утворена аліфатичним спиртом (етиленгліколь) та ароматичною кислотою (терефталевою кислотою), біологічно розкладаються в організмі повільно, і цей полімер широко використовується для

виготовлення імплантатів для тривалої функції в організмі. конструкції ендопротезів клапанів серця та ін.). З іншого боку, полімери гідроксикарбонових кислот (полігліколід, полілактид, полі-3-гідроксибутират), ефірна група яких знаходиться між аліфатичними фрагментами полімерного ланцюга, розкладаються за участю хімічного та ферментативного гідролізу.

У деяких випадках вуглецеві полімери також піддаються розкладанню під дією біологічних середовищ. Це може бути пов'язано з різноманітністю полімерів, що відбувається на стадії синтезу, коли основний ланцюг є гідролізуються групами. Наприклад, така ситуація трапляється у випадку з полівініловим спиртом, коли при радикальній полімеризації вінілацетату в результаті перенесення ланцюга до метильної групи мономеру частина його молекул реагує аномально, в результаті чого основний ланцюг включає складну ефірну групу. Це зменшує ступінь полімеризації полімеру при гідролітичному виробництві полівінілового спирту з полівінілацетату.

З іншого боку, розпад основного ланцюга вуглецевих полімерів у біологічних середовищах може відбуватися іншими механізмами. Таким чином, для деяких полімерів, які безпосередньо не містять гідролізуються групи в основному ланцюзі, його біодеградація може відбуватися після попереднього перетворення інших груп, присутніх в полімері, в результаті чого на ланцюзі з'являються фрагменти, здатні до гідролізу. Зокрема, продукти з полівінілового спирту можуть біологічно розкладатися при імплантації в живі тканини або при впливі мікроорганізмів за участю ряду ферментів. У цих випадках розпад полімерного ланцюга протікає через стадію утворення дикетонних структур. Вуглецеві полімери, такі як ефіри полі- α -ціаноакрилової кислоти, які зазнають біологічного розкладу в організмі, також піддаються біодеградації в організмі [32].

2.4. Висновки до розділу

Процес виготовлення пластмас складається з таких етапів:

- Підготовка полімерної композиції
- Формування виробу

- Фіксування його форми
- Надання товарного вигляду

Перед тим, як приступити до виготовлення полімерних матеріалів потрібно провести ряд підготовчих стадій. Серед підготовчих стадій можна виділити: подрубнення, просіювання, усереднення, підсушування, зволоження, змішування, диспергування, розчинення, фарбування.

На даний час в Україні не досконало розвинута переробка та утилізація пластикових виробів. Серед основних методів це вторинна переробка або захоронення на сміттєзвалищах та полігонах. Ці процеси призводять до зниження якості навколишнього середовища та збільшення захворюваності населення.

Одним із методів повної утилізації пластику може стати біодеградація пластику організмами. Цей процес не шкодить побічними продуктами екології. Організми вступають в процес біодеградації за допомогою ферментів, що здатні розривати хімічні зв'язки полімерних матеріалів. Розпад полімерного ланцюга протікає через стадію утворення дикетонних структур.

РОЗДІЛ 3

УТИЛІЗАЦІЯ ПЛАСТИКУ ОРГАНІЗМАМИ ТА МІКРООРГАНІЗМАМИ

3.1. Використання організмів та мікроорганізмів для утилізації пластику

Серед нас є організми, які змогли пристосуватися до життя серед пластику і навчилися використовувати його як джерело їжі. Ці організми зустрічаються як на суші, так і в морському світі.

Апендикулярний. Клас підтипу покривників (Tunicata). Дрібні тварини морського планктону. Клас налічує близько 60 видів. Апендикулярія є прозорим родичем асцидіану та сальпи, що плаває в океані, фільтруючи воду в пошуках їжі, використовуючи липку сітку розміром один метр. Однак виявилось, що представники цього класу покривів також відіграють важливу роль в обробці мікропластиків, що потрапили в океан: апендикулярії ловлять і поїдають пластикові частинки, викидаючи їх з фекаліями та використовувані фільтри на морському дні.

Проблема забруднення океану давно відома всім. Мікропластик є смертельною загрозою для всіх мешканців морського середовища. Мікропластика є результатом розкладання пластмас, включаючи водонепроникні тканини, косметику та інші товари народного споживання, і транспортується до океану стічними водами. Тут це загрожує тваринам, які їдять мікропластик і відчують голод із повним шлунком. Шкідливі речовини накопичуються на пластикових поверхнях і збільшують забруднення.

Мікропластик здатний накопичуватися в організмах і постійно виділяючи токсини робить на них смертельну дію. Проблема мікропластики зачіпає не тільки тварин та інших мешканців водного середовища, а й людей, які контактують з водою там, де пластик розкладається. Мікропластик ніколи не виділяється з людського тіла [42].

Серед мікроорганізмів є види, які теж здатні до утилізації пластикових виробів, а саме: апендикулярія, *Ideonella sakaiensis*, *Aspergillus tubingensis* та личинки великої

воскової молі роду *Galleria mellonella*.

Ideonella sakaiensis. Тип грамнегативних бактерій із групи протеобактерій. Ці організми стали відомими завдяки своїй здатності швидко розкласти поліетилентерефталат (ПЕТ) - пластик, який широко використовується у виробництві упаковки та тари. Раніше подібні властивості пластики, що руйнуються, були виявлені лише у деяких грибів, таких як ниткоподібний гриб *Fusarium oxysporum*, який може рости на мінеральному середовищі, що містить нитки ПЕТ, та мікроорганізм *Pestalotiopsis*, здатний поглинати поліуретан. Ці бактерії здатні рости при рН 5,5-9,0 (оптимальні значення рН 7-7,5) і температурі 17-43 ° С (оптимальна температура 30-36 ° С). Бактерії *Ideonella sakaiensis* були виявлені під час скринінгу зразків ґрунту, води та мулу, відібраних з місця переробки ПЕТ-пляшок. Організми в зразках перевіряли на здатність існувати на ПЕТ-плівці як основному джерелі вуглецю.

Клітини, що живуть на ПЕТ-плівці, пов'язані між собою виростами, а більш короткі вирости - клітинами і плівками. Цілоком можливо, що ці нарости надходять у плівку ферментами, які розкладають ПЕТ. Під дією бактеріальних ферментів плівка ПЕТ була значно зруйнована і повністю розкладена через 6 тижнів при температурі 30 ° С. Передбачуваний механізм руйнування ПЕТ бактеріями *Ideonella sakaiensis* такий:

По-перше, позаклітинний фермент PETase (фермент, гідроліз PET) розкладає PET до моно (2-гідроксиетил) терефталевої кислоти (основний продукт) та терефталевої кислоти (побічний продукт). PETase *Ideonella sakaiensis* має лише 51% подібності амінокислотної послідовності з іншим ферментом, здатним гідролізувати PET-гідролазу бактерії *Thermobifida fusca*. Моно (2-гідроксиетил) терефталева кислота гідролізується відповідним ферментом (передбачуваний ліпопротеїн) до терефталевої кислоти та етиленгліколю. Терефталева кислота доставляється до клітини за допомогою спеціального білка-носія і послідовно катаболізується двома ферментами до протокатехуевої кислоти. Тоді спеціальна 3,4-діоксигеназа руйнує ароматичне кільце протокатехуевої кислоти.

В даний час *I. sakaiensis* та його ферменти потрібно доопрацювати, перш ніж

вони готові подавати великі кількості відходів ПЕТ у світі: бактерія воліє вечеряти на аморфному ПЕТ, а не на кристалічному ПЕТ, який використовується в більшості продуктів харчування, та ферментах працюйте занадто повільно, щоб використовувати їх промислово.

Aspergillus tubingensis. Вид недосконалого гриба, що належить до роду *Aspergillus*. Відноситься до розділу нігрі, до якого входить відомий вид *Aspergillus niger* (чорний аспергіл). Морфологічно види в цьому розділі важко розрізнити, їх поділ базується головним чином на профілях виведених метаболітів та молекулярних філогенетичних даних.

Гриб *A. tubingensis* здатний рости на пластикових поверхнях, виділяючи при цьому ферменти, що руйнують хімічні зв'язки в полімерах. Для цього він використовує міцелій-могили. Було встановлено, що за кілька тижнів грибок здатний руйнувати пластик, розкладання якого за звичайних умов затягнеться на багато років.

Таблиця 3.1

Класифікація організмів, що вступають в процес біодеградації пластику

№	Назва	Біологічна класифікація	Біодеградація матеріалу	Метод утилізації	Термін утилізації
1	Апендикулярія	Підтип покривники	Мікропластик	Поглинають з водою у стравохід та виводять на зовні з екскрементами. Осаджують мікропластик на дно океану або моря.	24 годин
2	<i>Ideonella sakaiensis</i>	Грам негативні бактерії	ПЕТ	За допомогою ферменту ПЕТ-таза	6 тижнів
3	<i>Aspergillus tubingensis</i>	Аспергіл	ПЕТ	За допомогою ферментів	2 тижні

4	Личинки великої воскової молі	<i>Garellia mellonella</i>	Поліетиленові пакети та плівка	За допомогою ферментів	12 годин
---	----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	----------

3.2. Загальна характеристика великої воскової молі роду *Garellia mellonella*

Велика воскова міль, або огнівка бджолина (лат. *Galleria mellonella*), - вид молевідних метеликів з сімейства справжніх огнівок (*Pyralidae*) рис.3.1. [41].



Рис.3.1. Велика воскова міль [41]

Шкідник медоносних бджіл. Зустрічаються скрізь, де розвинене бджільництво. Восковою міллю також називають малу воскову міль (*Achroia grisella*).

Нічний метелик сімейства огнівок (*Pyralidae*). Крила самки в розмаху 19-33 мм, самця 17-23 мм. Зустрічається скрізь, де розвинене бджільництво, переважно в південних регіонах. Впливає на слабкі бджолині сім'ї або воскову сировину, де вона відкладає яйця, з яких личинки з'являються через 5-11 днів. Гусениці спочатку харчуються пергою, пилком та медом, потім їдять віск та залишки коконів, роблять павутину в сотах, чим пошкоджують клітини та землю. Через 26-30 днів личинки досягають довжини 18-23 мм, припиняють живлення і окукливаються. Повний цикл розвитку личинки воскової молі при температурі +26 ... +35 ° С - 46-61 днів, при температурі +11 ... +21 ° С може досягати трьох місяців. У дорослих метеликів ротовий і травний органи не розвинені, вони не харчуються, тривалість життя самок - 5-12, самців - до 28 днів. Воскова моль завдає величезної шкоди бджільництво [40].

Вогняна бджола - космополітична комаха. Спочатку його розглядали як шкідника в Азії, а потім поступово поширився в Африці, Європі, Північній та Південній Америці, Новій Зеландії та Австралії. Він зустрічається скрізь, де в дикій природі живуть бджоли, джмелі або оси. Метелик особливо численний в районах, де постійно тепло. Молі не зустрічається в місцях із суворими кліматичними умовами та в горах, вище 1500-2100 метрів над рівнем моря.

На стадії метелика ці комахи не харчуються, а живуть завдяки речовинам, накопиченим у стадії личинки. Однак вони виділяють кал. Вилупившись з яєць, гусениці молі можуть з'їсти мед або відразу з'їсти віск, який служить джерелом вуглеводів. Азотисті речовини вони отримують із хітинових сорочок личинок, лялечок бджіл, маточного молочка, прополісу та перги, що використовуються ними разом з воском. Кожна гусениця вимагає для свого розвитку близько 0,8 грама воску. А нові світлі стільники шкідники воліють темні, вживані. Бактеріальна мікрофлора та фермент ліпаза допомагають гусеницям перетравлювати таку важку їжу. Рідше бджолина бджола зустрічається в гніздах осики чи джмеля або їсть сушений інжир. Якщо личинок багато, вони можуть з'їсти одна одну. Висвердлюючи стінки та середостіння, гусениці руйнують клітини. Вони виділяють павутинні шовкові нитки, які обплітають клітини, викликаючи загибель личинок і лялечок бджіл. З цих же ниток гусениці плетуть ходи у вигляді трубочок, в яких ховаються від господарів вулика. Але перетинчасті крила часто прогризають ці ходи, виганяють і вбивають гусениць молі. Однак лише сильні бджолині сім'ї успішно справляються з світлячками. Якщо рій слабкий, моль поступово захоплює вулики, і це призведе до того, що бджоли покинуть вулик. З'ївши весь віск, гусениці починають харчуватися калом попередніх поколінь, а вилупилися метелики стають меншими та міцнішими [39].

Метелики літають з травня по вересень. Вдень вони ховаються, а з настанням темряви самки проникають у вулики. Спочатку комаха сідає серед охоронних вуликів бджіл і замерзає в нерухомому положенні на 1-5 хвилин. Потім швидко переміщається на дно стільника і відкладає яйця партіями в клітинку зі свіжою пилком або під кришками не повністю запечатані клітини з медом, рідко в щілини та

щілини вулика або рами. Яйця гусениць часто вперше нишпорять у смітті на дні вулика. Після одного дня життя вони можуть заповзати в нові вулики, а після другого починають будувати характерні прямі тунелі в камерах. Їх ходи мають безліч гілок і вистелені павутинними нитками. Через короткий час личинки знищують весь стільник. Пізніше гусениці великої воскової молі атакують соти хробаків і так обплітають їх павутиною, що бджоли не можуть вийти з лялечок. (Рис. 3.2) Вони також можуть видобувати стільники з поверхні та їсти кришки герметичного хробака. У каркасах із каркасною дротом гусениці часто ховаються в проходках, просвердлених у деревині. У неохайних вуликах можна побачити і лялечок великих воскових молі: вони знаходяться в міцних коконах, з'єднаних щільними грудочками [39].

Після зростання гусениці шукають затишне місце: тріщину, тріщину, складки тканини. Може гризти поглиблення у стільниках або пінопласті. Там протягом 2 днів плетуть кокон, внутрішня частина якого пухнаста і м'яка, зовнішня щільна. Біля вершини кокона гусениця робить надріз, щоб полегшити свій вихід у вигляді метелика.



Рис.3.2. Паразитизм личинок великої воскової молі на бджолиних сотах [36]

Цикл розвитку воскової молі в середньому триває 47 днів і включає 4 стадії:

- яйце - 8 днів,

- личинка (гусінь) - 30 днів,
- лялечка - 9-14 днів,
- доросла комаха (імаго). Самки живуть від 7 до 12 днів, самці - від 10 до 26 днів.

Метелики з'являються з лялечок рано вранці, з 7 до 11 години або ввечері після 18 години. У будь-якому випадку, залишивши черепашки, моль залишається у вулику до темряви. Спаровування самців і самок відбувається через кілька годин після виходу з коконів. Через 2-4 дні самки відкладають невеликі яйця в стінки клітин, порожнин і щілин. Їх кількість в одній кладці суттєво відрізняється. У Північній Америці було зафіксовано кладки 50-155 яєць, в Індії - 300-650 яєць. Зафіксований один запис - 1800 яєць в одній кладці. За своє життя метелик відкладає 1500-2000 яєць. Яйця бджіл круглі або трохи овальні, довжиною 0,35 мм і шириною 0,5 мм. Вони бувають гладкими, світло-кремовими або білими. Метелики розвиваються з яєць, відкладених у травні-червні до настання осені. Яйця великої воскової молі, відкладені восени, переживають зиму і починають розвиватися лише наступної весни [38].

Розвиток личинок в яйцях триває 5-7 діб. При температурі 30-36 ° С через 9-10 днів з яєць виходять гусениці. При тій же температурі личинки молі ростуть близько місяця (25-30 діб), проходячи від 8 до 10 процесів линьки. Новонароджена гусениця великої воскової молі досягає 1 мм в довжину, вона блідо-медова, з більш темною головою, 8 парами ніг і двома щетинками на задньому кінці тіла. Після закінчення однієї доби личинка стає настільки активною, що може мігрувати з одного вулика в інші. Вона пересувається зі швидкістю до 90 см / хв і проходить відстані до 50 м. При підвищеній вологості її рухливість сповільнюється, а при великій температурі припиняється. У дорослої гусениці колір тіла дещо змінюється. Вона стає бурюю з більш темною головою. Тіло досягає довжини в 18 мм і складається з 13 сегментів. Воно розширено в середній частині і звужене до задньої і передньої сторонам [37].

Після того, як велика воскова моль накопичує необхідні поживні речовини на стадії гусениці, вона перетворюється на лялечку, а потім перетворюється на метелика. Лялечка великої воскової молі на початку свого розвитку солом'яно-жовта, в кінці - темно-коричнева. Довжина кокона, з якого виходить самка метелика, становить 16

мм, чоловічого корпусу менше і досягає 14 мм. Часто лялечки лежать невеликими групами, близько один до одного. Приблизно через 2 тижні з лялечок з'являються метелики. Протягом року змінюється 2-6 поколінь бджолиних світлячків. При нижчих температурах усі стадії розвитку великої воскової молі значно затримуються. При температурі 10 ° С розвиток личинки зупиняється. При 0 ° і нижче комаха гине.

Велика воскова моль зимує найчастіше на стадії лялечки. Відкладені восени яйця переживають зиму і починають розвиватися навесні [36].

3.3. Біодеградація пластикових виробів личинками великої воскової молі

Велика воскова міль роду *Garellia mellonella* здатна до переробки пластикових виробів. За короткий проміжок часу вона здатна утилізувати пластик. Найкраще личинки великої воскової молі підходять для утилізації поліетиленової плівки та пакетів. Це і є перевага *Garellia mellonella*. Однією з найгостріших пролем використання пластикових виробів є поліетиленові пакети та плівка. Ця продукція не підлягає вторинній переробці, тому що при термічній обробці вони втрачають свої характеристики. Така ситуація призводить до накопичення поліетилену в світі. Саме личинки великої воскової молі можуть вплинути на цю ситуацію.

Перевагою використання личинок *Garellia mellonella* є те, що швидкість біодеградації поліетилену, становить: за 12 годин утилізується 92 мг.

Поліетилен не просто накопичується в організмі личинок великої воскової молі, а бере участь у метаболізмі. У ході цього процесу поліетилен під дією ферментів утворюється етиленгліколь [43].

Етиленгліколь - ($C_2H_4(OH)_2$) органічна сполука, найпростіший двоатомний спирт; густа безбарвна рідина; рідкий абсорбент вологи із природного газу ($C_2H_6O_2$). Застосовують у виробництві синтетичних смол, штучного волокна, як антифриз тощо. Велика воскова міль піддається біодеградації поліетилену, тому що біодеградації воску і пластика дуже схожа що личинки в обох випадках руйнують однакові хімічні зв'язки між молекулами ($CH_2 - CH_2$) в речовині.

За хімічною формулою і своїми властивостями віск - це полімер, щось на зразок

«природного пластику», і його структура не набагато відрізняється від поліетилену.

$—(CH_2—CH_2)_n—$ - поліетилен

$OH—(CH_2—CH_2)—OH$ – етиленгліколь

$CH_3—(CH_2—CH_2)_7—COO—CH_2—(CH_2—CH_2)_{14}—CH_3$ – бджолиний віск

Виділення етиленгліколю у процесі метаболізму личинок пояснює те, що організми не просто механічно пошкоджують поліетилен, а саме відбувається хімічна реакція та біодеградація. Личинки за допомогою травних ферментів здатні руйнувати хімічні зв'язки полімерного матеріалу. Травними ферментами *Garellia mellonella* є ліпаза та цераза. Фермент, що розчепляє поліетилен знаходиться не тільки у травному тракті, а і по всій поверхні тіла личинки [43].

3.4.Висновки до розділу

Серед нас є організми, що вступають в процес біодеградації пластику і здатні повністю утилізувати його. Серед них можна виділити: апендикулярія, *Ideonella sakaiensis*, *Aspergillus tubingensis*, личинки великої воскової молі. До повної утилізації пластику здатні личинки великої воскової молі та *Ideonella sakaiensis*. Вони за допомогою травних ферментів та ферменту ПЕТ-таза розчепляють хімічні зв'язки пластикових матеріалів до етиленгліколю. Найшвидше утилізують полімерні матеріали личинки великої воскової молі, а саме за 12 годин 92 мг. Етиленгліколь є отруйним для всіх живих організмів окрім великої воскової молі. У виробництві його застосовують для виготовлення синтетичних смол, штучного волокна.

Велика воскова міль піддається біодеградації пластику тому, що біодеградація воску та пластику дуже схожу і в обох випадках руйнуються однакові хімічні зв'язки між молекулами.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на підприємстві при утилізації пластикових відходів.

Утилізація пластикових відходів здійснюється за допомогою високотехнологічного обладнання. Працювати з ним потрібно лише суворо дотримуючись техніки безпеки, тому кожен працівник повинен пройти навчання, вступний та початковий інструктаж. Щоб завод з утилізації пластикових відходів здійснювався якомога безпечніше на спеціалізованому обладнанні, роботодавець повинен забезпечити відповідні умови праці.

Відповідно до нормативного документа ГОСТ 12.0.003-74 "Класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів" на підприємстві, яке виробляє та утилізує поліетилен, існують такі фізико-хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- підвищений шум на робочому місці;
- Підвищена температура повітря на робочому місці;
- токсичні хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори;
- подразнюючі небезпечні та шкідливі виробничі фактори;
- Зниження освітленості на робочому місці [44].

Підвищений рівень шуму на робочому місці. Шум на робочому місці не повинен перевищувати допустимі рівні згідно з ЛТО 3.3.6.037-99. Зони з рівнем шуму понад 85 дБА повинні бути позначені знаками безпеки. Адміністрація зобов'язана надати засоби індивідуального захисту тим, хто працює в цих районах. Основним джерелом шуму на робочому місці є дробарка моделі ОГ-01. Стандартний рівень звуку згідно ЛТО 3.3.6.037-99 для приміщень, де виконуються висококваліфіковані роботи, вимірювальні та аналітичні роботи, становить 50 дБА. Фактичне значення шуму під час роботи на виробництві становить 95 дБА, що не відповідає стандартам і є досить критичним.

Підвищений рівень температури повітря на робочому місці. Санітарні норми застосовуються до умов мікроклімату всередині робоча зона виробничих потужностей підприємств, установ, установ тощо, незалежно від форми власності та підпорядкування. Для робочої зони встановлені виробничі приміщення оптимальні та прийнятні мікрокліматичні умови з урахуванням суворість виконаної роботи та період року. В той самий час результати в робочій зоні роботи різних вагових категорій рівні показники мікроклімату слід встановлювати з урахуванням найбільша група службовців.

Одним із етапів утилізації пластмас є агломерація (спікання крихти у невеликі грудочки) за допомогою компактора. Компактор під дією температури перетворює пластиковий порошок у грудочки. У гарячому відділі поліетилен плавлять за допомогою нагрівального агрегату при температурі 120 ° С, 200 і 250 ° С. Цей процес

призводить до підвищення температури в робочій зоні до 32 ° С, що не відповідає стандартам, згідно з ЛТО 3.3.6.042-99 [45].

Токсичні хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Під час переробки пластикових відходів при нагріванні виділяється газоподібний етилен - олефін. Ця речовина небезпечна, якщо потрапляє в дихальні шляхи, що може призвести до серйозних захворювань легенів. Газ етилену полімеризується з великих, а потім під низьким тиском у сирі гранули для подальшої експлуатації. Ці гранули також представляють токсичну загрозу для шкіри та слизових оболонок. В результаті контакту з ними можна отримати опіки трьох ступенів.

Подразнюючі небезпечні та шкідливі виробничі фактори. У процесі утилізації додатковою шкідливою сировиною є органічні пероксиди. Під час агломерації під дією високих температур органічні пероксиди випаровуються. Вони є небезпечними подразниками при контакті з очима, що може призвести до сліпоти.

Знижений рівень природного освітлення на робочому місці. Після обіду рівень природного освітлення на робочому місці знижується і повинен бути відповідний рівень штучного освітлення.

Освітлення лабораторних приміщень характеризується кількісними та якісними показниками. До основних показників належать: глобальний світловий потік, інтенсивність світла, яскравість та освітленість. До основних якісних показників зорових умов належать: фон, контраст між предметами, фон, видимість.

Недостатня або надмірна кількість світла, нерівномірне освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; водночас зростає потенційна небезпека помилкових дій та аварій. Надмірна яскравість джерел світла може викликати головний біль, поколювання в очах, порушення гостроти зору; легкі відблиски - тимчасові відблиски.

Щоб створити сприятливі умови для зорової роботи, які б усунули швидку втому очей, професійні захворювання, нещасні випадки та збільшили продуктивність та якість продукції, промислове освітлення повинно відповідати таким вимогам:

- створити на робочій поверхні освітлення, яке відповідає характеру зорової роботи і не нижче встановлених норм;

- не повинно бути сліпучого ефекту від самих джерел світла, а також від інших предметів у полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті адаптації органів зору;
- не створювати різких і глибоких тіней на робочій поверхні (особливо рухомих);
- контраст освітлених поверхонь повинен бути достатнім для розрізнення деталей;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплове випромінювання, небезпечний ураження електричним струмом, небезпека пожежі та вибуху ламп);
- повинні бути надійними та зручними в експлуатації, економічними та естетичними.

Залежно від джерела світла промислове освітлення може бути природним, штучним та комбінованим, при якому недостатнє природне освітлення доповнюється штучним [46].

4.2 Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при утилізації пластику на підприємстві

Зменшення впливу підвищеного рівня шуму. Заходи боротьби з виробничим шумом можна розділити на забезпечення колективного захисту всіх працівників підприємства та особистості кожного працівника. Колективний захист завжди є пріоритетом, який може включати такі заходи, як своєчасне технічне обслуговування та заміна механізмів, які не працюють належним чином, інкапсуляція шумного обладнання, встановлення екранів для поглинання шуму тощо. Якщо заходи із забезпечення колективного захисту не дають бажаного результату, необхідно забезпечити індивідуальний захист для кожного працівника. Компанія повинна не тільки забезпечити працівників достатньо ефективними засобами захисту, які доставляють якнайменший дискомфорт у роботі, але також проводити вступні

інструктажі, щоб розповісти працівникам, чому їм потрібно використовувати засоби захисту, як ними користуватися та утримувати їх. Благополуччя підприємства залежить від наявності висококваліфікованих здорових працівників, здатних виробляти матеріальні цінності з високою продуктивністю. Тому програма захисту робітників від шкідливих факторів, присутніх у виробництві, є однією з найважливіших для нормальної тривалої роботи підприємства.

Залежно від параметрів шуму (інтенсивності та частоти) та умов роботи необхідно вибирати засоби захисту слуху, які забезпечать необхідний рівень захисту і будуть максимально комфортними. Рекомендується використовувати протишумні вкладки або беруші, коли працівники тривалий час піддаються впливу високого рівня шуму. Протишумові вкладки встановлені всередині слухових проходів і зменшують рівень шуму, який можна почути. Існує два типи берушів: одноразові та багаторазові.

Одноразові беруші часто виготовляються з пінополіуретану, який після стиснення повертає свою первісну форму. Ці протишумні вкладки, як правило, напрочуд м'які та зручні, їх можна використовувати для захисту від дратівливого шуму навіть навесні. Багаторазові беруші виготовлені з м'яких сополімерів, які здатні тривалий час зберігати свої захисні властивості. Такі беруші часто доповнюються ремінцем для шиї під час перерв у використанні та футляром для гігієнічного зберігання. Багаторазові беруші легко очищаються водою з милом [46].

Шумопоглинаючі навушники використовуються для частого, але не дуже тривалого перебування в районі з високим рівнем шуму. Слід звернути увагу на невелику тривалість використання навушників - будь-які навіть найзручніші протишумні навушники не можна носити тривалий час, оскільки вони тиснуть на голову, а під ізоляційними чашками утворюється піт.

Всі засоби індивідуального захисту від шуму мають свої звукоізоляційні характеристики. Рівень шумозаглушення, який виражається в дБ, в певних діапазонах частот для різних засобів захисту може суттєво відрізнитися. Завдання полягає в забезпеченні достатнього, але не надмірного захисту (рівень шуму всередині захищеного вуха повинен бути в діапазоні 70-75 дБ). Надмірна шумоізоляція може викликати почуття самотності та занепокоєння, людина може не почути

попереджувальні сигнали рухомих механізмів.

Зменшення рівня впливу підвищеної температури. Температура виробництва 32 ° С є надзвичайною величиною. Засобами для нормалізації мікрокліматичних умов на роботі можуть бути:

- розташування жалюзі або світловідбивних плівок на зашкленних поверхнях.
- максимальне використання природної вентиляції.
- влаштування систем кондиціонування.
- використання спеціального одягу та захисних засобів.

Для захисту від надмірного теплового випромінювання необхідно використовувати спеціальний одяг або одяг з натуральних тканин. В умовах високої температури рекомендується допускати людей не молодше 25 і не старше 40 років. Щоб запобігти зневодненню, потрібно дотримуватися питний режим. Рекомендована температура питної води, напоїв, чаю + 10-15 °С. Для оптимального водопостачання також рекомендується компенсувати втрату солей і мікроелементів, що виводяться з організму за допомогою поту, за допомогою підсоленої води, мінеральної лужної води, молочнокислих напоїв (знежирене молоко, сироватка), соків, збагачених напоїв, кисневі та білкові коктейлі. Пийте воду часто і потроху, щоб підтримувати хорошу гідратацію організму (оптимальний вміст води в організмі, що забезпечує його нормальне функціонування, обмін речовин). При температурі повітря більше 30 °С і виконанні робіт середньої ваги необхідно випивати не менше 0,5 л води на годину - приблизно по одній склянці кожні 20 хвилин.

Однак усі ці заходи недостатньо ефективні при роботі на відкритих майданчиках. Тому необхідно організовувати раціональні режими праці та відпочинку. Відповідно до ЛТО 3.3.6.042-99, загальна тривалість роботи при температурі вище 28 °С не повинна перевищувати 4-5 годин на зміну. Іноді навіть потрібно змінити графік робочого дня і перенести робочий час зранку або вечір.

Внутрішньо мінливий режим праці та відпочинку організований через тривалість робочого часу: тривалість регульованих перерв повинна становити не менше 10% робочого часу на кожні 2 ° С перевищення. Під час таких перерв працівники повинні знаходитись у приміщеннях з різницею температур не більше 5

°C і не менше + 24 ... + 25 C. Це також слід враховувати працівникам у кімнатах з кондиціонером [47].

Заходи та засоби для зменшення рівня впливу токсичних хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Захист працівників від несприятливого впливу хімічних речовин на підприємстві можна здійснювати за допомогою таких заходів:

- удосконалення і розробки нових технологічних процесів, які виключають використання шкідливих хімічних речовин;
- заміни шкідливих речовин менш шкідливими;
- установлення концентрації хімічних речовин у сумішах;
- комплексної механізації та автоматизації процесів, що супроводжуються шкідливими виділеннями;
- раціонального планування цехів і обладнання (ізоляції шкідливих речовин, ізоляція місць зберігання шкідливих речовин);
- влаштування місцевої вентиляції для відсмоктування шкідливих речовин безпосередньо від місця їх утворення;
- використання індивідуальних засобів (спецодягу, окулярів, шоломів, масок, протигазів та респіраторів, антисептичних паст і т. д.);
- контролю за станом повітряного середовища на робочих місцях;
- токсикологічної експертизи і гігієнічної стандартизації всіх хімічних речовин;
- проведення періодичних профілактичних медичних оглядів;

Підвищення рівня освітленості на робочому місці. Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати таким вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно бути засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частотої переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній, для розрізнення деталей, контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);
- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

4.3 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки на підприємстві утилізації пластикових відходів.

Причинами виникнення пожежі на підприємстві можуть стати:

- порушення правил пожежної безпеки;
- необережне поводження з відкритим вогнем
- коротке замикання електроприладів та техніки
- використання легкозаймистих речовин

Відповідно до НАПБ А.01.001-2004 пожежна безпека на підприємстві повинна забезпечуватись системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Противопожежний захист має досягатися застосуванням одного з наступних способів або їх комбінацією:

- застосування автоматичних установок пожежної сигналізації та пожежогасіння
- застосуванням засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки;

- застосуванням основних будівельних конструкцій і матеріалів, в тому числі використовуваних для облицювання конструкцій, з нормованими показниками пожежної безпеки;
- нанесенням на поверхні конструкцій вогнезахисних фарб;
- організацією за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні, своєчасного оповіщення та евакуації людей;
- застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі;
- застосуванням засобів протидимного захисту.

На підприємстві має бути розроблена протипожежна документація, а саме:

- загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки на підприємстві;
- інструкції пожежної безпеки в лабораторіях;
- інструкція з обслуговування установок пожежогасіння;
- інструкція з обслуговування установок пожежної сигналізації;
- встановлена система оповіщення людей про пожежу;
- схема евакуації людей на випадок пожежі;
- оперативний план пожежогасіння на підприємстві;
- оперативні картки дій на випадок виникнення пожежі;

плани та графіки проведення протипожежних тренувань, навчання і перевірки знань персоналу, технічного нагляду за системами пожежного захисту [46].

У разі виникнення вибуху чи пожежі персонал лабораторії повинен негайно закрити всі вікна, вимкнути електричні та газові прилади, зупинити роботу системи вентиляції. В обов'язковому порядку викликається пожежна охорона, і за необхідності проводиться евакуація персоналу. При надзвичайних ситуаціях персонал, що працює у боксі, повинен негайно застосувати звукову сигналізацію.

4.4 Розрахунок штучного освітлення на підприємстві утилізації пластикових відходів.

Розрахунки освітлення є основою для проектування освітлювальних установок. Основним завданням розрахунку є визначення величини необхідного світлового потоку ламп для забезпечення нормованого значення мінімального освітлення робочої площини.

Для розрахунку штучного освітлення я обрав метод світлового потоку. Як правило, він використовується для розрахунку потужності освітлювальної установки, коли загальні освітлювальні прилади розташовані рівномірно над горизонтальною площиною, коли немає великих об'єктів заповнення. При обчисленні цього методу враховується як пряме, так і відбите світло. Перехід від середнього до мінімального освітлення здійснюється за цим методом приблизно.

Основним рівнянням розрахунку методу світлового потоку є:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot k_{з} \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \text{ лм}$$

де:

$\Phi_{л}$ – розрахункове значення світлового потоку однієї лампи в кожному світильнику, лм;

$E_{н}$ – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м² ;

$k_{з}$ – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності;

N – загальна кількість світильників;

n – кількість ламп у одному світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

У якості джерел штучного освітлення використовують лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності.

Розміри приміщення: довжина $a = 12$ м, ширина $b = 5$ м, висота $H = 3,2$ м.

Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$.

Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ—15, які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E = 200$ лк.

Визначаємо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до **200 Вт** мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до ДБНВ.2.5-28-2018 повинна бути 2,5—4,0 ж, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку h_0 відповідає цій вимозі.

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює (рис.):

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2,0 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L , і висоти їх підвісу h . Визначимо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7H = 0,7 \cdot 2 = 1,4$$

Необхідна кількість світильників становить:

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{12 \cdot 5}{1,4^2} = 15,3$$

Приймаємо 14 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 7 штук (рис.).

Індекс приміщення i становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{12 \cdot 5}{2(12+5)} = 1,76$$

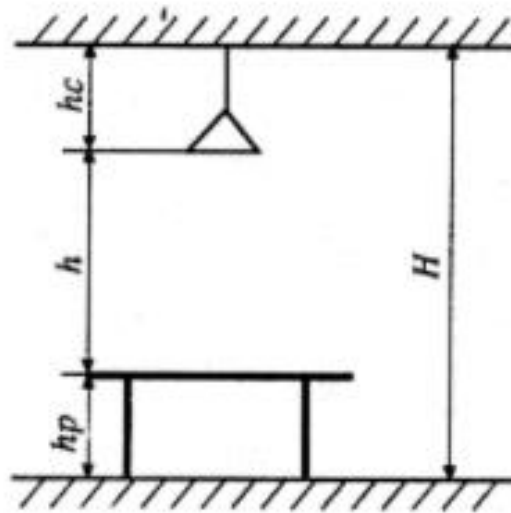


Рис.4.1. Схема визначення висоти підвісу світильників

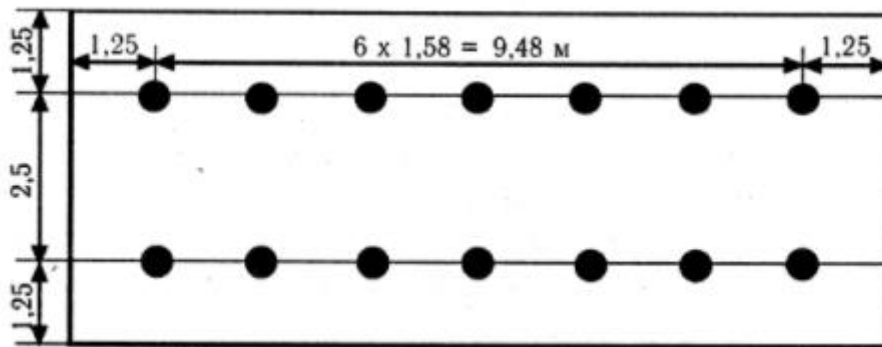


Рис.4.2. Схема розташування світильників УПМ-15 у приміщенні

Коефіцієнт використання $\eta = 0,58$ для світильника УПМ-15 при $i = 1,75$, $p_{стелі} = 70\%$, $p_{стін} = 50\%$.

Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику встановлюється лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot k_{з} \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 60 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{14 \cdot 0,58} = 2209 \text{ лм}$$

За табл. 3.27 вибираємо лампу Б-150 потужністю 150 Вт, світловий потік якої становить 2100 лм. Хоча це значення на 5% менше розрахункового, однак не перевищує встановлену норму — 10%

$$\langle \Delta \Phi_{л} \rangle < + 20\%.$$

Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{CB}=P_{CB}N=150*14=2100 \text{ Вт}$$

4.5 Висновки до розділу

Проаналізувавши умови праці на підприємстві, що займається утилізацією та переробкою пластику, можна виділити ряд шкідливих та небезпечних факторів, які впливають на здоров'я і працездатність людини. Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 працівника на підприємстві діяли фізичні та хімічні небезпечні виробничі фактори.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Проблематика накопичення пластику в Україні та світі

Пластик напочатку ХХ століття змінив життя людей на краще. З появою полімерних виробів у нашому житті з'явилися машини та літаки. Це дозволило

зменшити вагу автомобіля та зменшити витрату палива, яке забруднює навколишнє середовище. Він зробив не меншу революцію в повсякденному житті. Пластикова харчова упаковка продовжує термін придатності. Так настала епоха процвітання у нашому житті. З пластику можна зробити майже все і в будь-яких кількостях. Цей полімер дуже дешевий і, отже, економічно вигідний. З одного боку, пластик вирішує багато земних проблем, а з іншого - створює багато нових. І головна проблема полягає в тому, що це дуже багато, а утилізація відсутня. В даний час 40% загального обороту пластмас виготовляється для одноразового використання, і майже половина загального обороту пластику зроблено за останні 15 років. На додаток до того, що пластик щороку вбиває мільйони морських мешканців, було встановлено, що деякі види перебувають на межі зникнення, і все це завдяки нашому комфорту.

ООН назвала проблему "океанічним Армагедоном". За останні 25 років було помічено, що виробництво полімерних виробів збільшується, і в океані немає накопичень. Це говорить про те, що пластик розкладається на мільйони дрібних шматочків, які важко помітити. Ці шматочки називаються мікропластиками, які є скрізь і становлять ще більшу загрозу для живих істот, ніж накопичення в навколишньому середовищі; воно накопичується в самих живих організмах через воду і землю, де розкладається. Наприклад, 16% піску на Великому острові Гаваї - це мікропластик. Ці мікроскопічні частинки викликають велике занепокоєння, оскільки вони потрапляють у живий організм через їжу, осідають у легенях або кишечнику і залишаються там назавжди, отруюючи організм.

В даний час заходи щодо зменшення відходів та використання їх як вторинної сировини розробляються та впроваджуються у всіх країнах світу. Однак проблема сміття не зменшується, а постійно зростає. Побутові відходи, сміття - усі залишки споживання, що утворюються в житлових приміщеннях, організаціях, установах, а також сміття з вулиць, нових будівель тощо. Промислові відходи - залишки сировини або напівфабрикатів, що утворюються під час виготовлення виробів і які втратили свої корисні властивості в процесі фізико-хімічної обробки.

Викидаючи сміття, люди порушують один з основних екологічних законів кругообігу - речовини в природі. Адже виводячи з природи багато речовин, людина

змінює їх до невпізнання і повертає природі у вигляді сміття, яке природним чином не розкладається на сировину. Коли більшість із нас залишає ганки багатоповерхівок, перше, що ми бачимо, - це звалища. Таке значне збільшення кількості відходів є насамперед результатом змін у способі життя людей та надзвичайного поширення одноразових предметів. Нерегулярне вивезення побутових відходів, їх накопичення в міських районах викликає неприємний запах і сприяє розмноженню мух - переносчиків різних інфекційних захворювань.

Якщо не за рівнем життя, то принаймні за кількістю побутових відходів Україна не відстає від середньоєвропейського показника. Поступово наша країна перетворюється на смітник Європи. Щороку накопичується близько 10 млн. тонн сміття, близько 160 тисяч гектарів землі в Україні зайнято під смітники (це близько 700 смітників, що існують в кожному місті або селі). Замість того, щоб приносити прибуток і без того небагатій країні, мільйони тонн відходів отруюють землю, воду, повітря. За прогнозами як закордонних, так і вітчизняних фахівців, екологічна ситуація в Україні, без перебільшення, наближається до критичної, адже переробкою відходів у нас займаються на дуже низькому рівні.

За даними Державної служби статистики України, в країні щорічно утворюється близько 500 мільйонів тонн відходів, включаючи відходи первинного виробництва (75%), відходи вторинного виробництва (близько 19%), сільськогосподарські відходи (близько 3%) та тверді відходи (близько 3%). За підрахунками Євростату, загальна кількість відходів у 27 країнах-членах ЄС у 2012 р. становила в середньому 4,8 т на душу населення, тоді як в Україні в 2013 р. Цей показник досяг 9,9 т на душу населення. Водночас слід зазначити, що в Україні на частку промислових відходів припадає до 95% від загальної кількості відходів. За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, у 2013 році в країні було вироблено близько 59 мільйонів кубометрів. м або 13 млн. т твердих побутових відходів. Таким чином, частка твердих побутових відходів у загальній кількості відходів, що утворюються в Україні, може здатися незначною - 2-3%. Однак, незважаючи на невелику частку твердих побутових відходів у структурі відходів, ефективне функціонування цієї галузі є дуже важливим,

оскільки це безпосередньо впливає на стан навколишнього середовища поблизу житлових районів. Крім того, перероблені відходи є додатковим джерелом сировини та енергії для національної економіки. Незважаючи на зменшення кількості населення, кількість твердих відходів, що утворюються в країні, поступово збільшується. За даними Державної служби статистики України, у період з 2000 по 2010 рік річний обсяг утворення твердих побутових відходів зріс на 70%. Однак слід зазначити, що система збору інформації про обсяги утворення твердих побутових відходів була запроваджена нещодавно. Через це деякі джерела кажуть, що він все ще має суттєві неточності. У 2000 р. В Україні в середньому було вироблено 180 кг ТПВ на душу населення, а в 2010 р. Цей показник зріс до 270 кг.

Наразі в Україні працює лише одне з чотирьох сміттєспалювальних підприємств, побудованих ще за радянських часів, — Київський сміттєспалювальний завод, потужність якого становить 300 000 тонн на рік. Проте двадцятип'ятирічний строк експлуатації всіх цих підприємств уже сплинув. Окрім цього, функціонує дві мобільні сміттєспалювальні установки в Харкові та одна стаціонарна установка в Харківській області. В окремих містах діє 21 лінія сортування відходів.

Питання переробки використаних виробів із пластмас сьогодні є особливо напруженим. Однак фізичні та хімічні характеристики пластику вже були ретельно вивчені, а екологічні вимоги зросли, тому такий підхід призвів до появи різних методів переробки та переробки пластикових відходів та відходів. Україна лише починає свій шлях до повного розвитку культури сортування відходів. Кількість сміття, яке не сортується та не переробляється в нашій країні. Однак вже є свідомі громади, які сортують сміття. Більше того, нове покоління, яке вже звикло відокремлювати колекцію з дитинства, покладає великі надії. Загальні контейнери для пластика, скла, металу та паперу вже встановлюються. Зараз відомо, що багато різних відходів можна використовувати повторно. Для кожного виду сировини існує відповідна технологія переробки. Але навряд чи можна знайти щось більш поширене і водночас шкідливе, як пластик: він розкладається в природі більше 100 років, а при згорянні виділяє діоксин. Незважаючи на те, що в країні досі немає добре налагодженої та розвиненої інфраструктури роздільного збору, Україна має

достатньо потужностей для переробки цього виду відходів, і вони навіть недостатньо використані: якщо є можливість переробити 337 тис. Тонн пластику, то лише 180 тис. тонни таких відходів переробляються. В даний час в Україні переробляється лише 7% пластикових відходів, тоді як у Європі близько 70%. При аналізі відходів, які ще можна утилізувати в Україні, виявилось, що можна переробляти лише деякі види пластикових відходів, тому в Україні переробляють такі кольори пластику: напівпрозорий синій, зелений, коричневий, просто прозорий. Тоді як білі, жовті та чорні ПЕТ-пляшки взагалі не переробляються.

5.2. Шляхи вирішення накопичення пластику в Україні та світі

Полімерні відходи мають один з найдовших періодів розкладання з усіх неорганічних відходів, і їх використання людством зростає з розвитком полімерної промисловості. У той же час переробка та утилізація полімерних відходів дозволяє економити цінну сировину та електроенергію. Щороку кількість сміття, що утворюється на Землі, збільшується на 3%. Згідно зі статистикою, людство повільно занурюється у відходи споживання. Однак будь-яку хімічну речовину можна багаторазово використовувати. Парадокс полягає в тому, що ми викидаємо те, що може бути для нас корисним. Щороку на сміттєзвалища висипається 3000 тонн побутових відходів, 95% з яких можна використовувати як вторинні матеріали. Аналіз показує, що майже половина відходів полімеру, що виробляються в Україні, є упаковкою. [48]

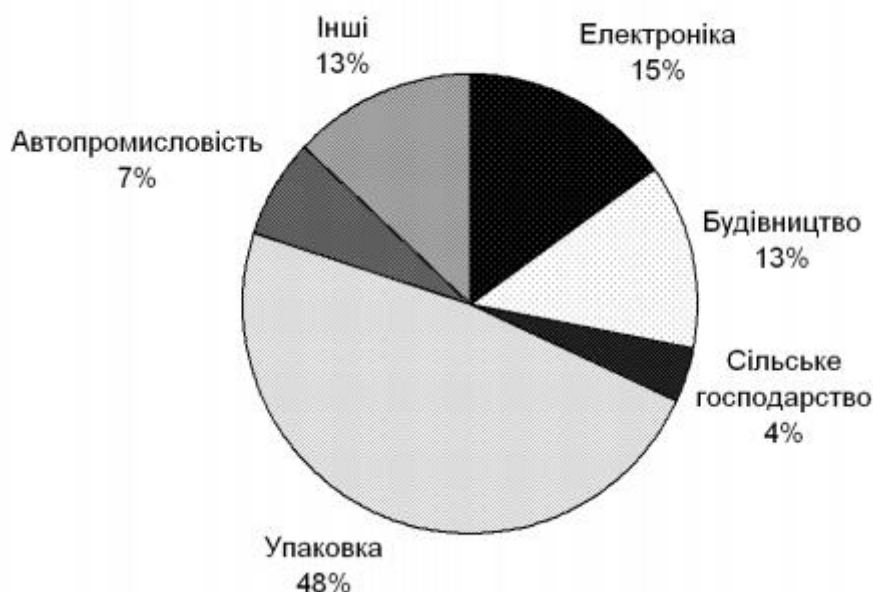


Рис.5.1. Утворення полімерних відходів за галузями народного господарства [48]

Існує два основних способи боротьби з виробництвом та споживанням полімерних відходів: утилізація та утилізація. Утилізація передбачає використання відходів як вторинного матеріалу або енергетичного ресурсу. Виконання операцій, які не призводять до утилізації відходів, - це утилізація.

Методи утилізації поділяються на такі основні групи:

- фізичні методи, такі як зміна форми, розміру, агрегатного стану та деяких інших властивостей відходів, зберігаючи при цьому їх якісний хімічний склад; ці методи властиві методам, що використовуються для переробки первинної сировини;

- хімічні методи, під час реалізації яких змінюються фізичні властивості та якісний хімічний склад; причому взаємодія речовин здійснюється у стехіометричних співвідношеннях, які визначаються рівняннями хімічних реакцій;

- фізико-хімічні методи, під час здійснення яких відбуваються взаємопов'язані фізико-хімічні перетворення, а хімічна взаємодія речовин здійснюється в нестехіометричних співвідношеннях;

- біохімічні методи, під час здійснення яких відбуваються хімічні перетворення за участю мікроорганізмів;

- комбіновані методи, що являють собою поєднання методів різних груп, одна з яких може бути домінуючою [49].

Найефективніший спосіб утилізації пластикових відходів - повторне їх використання за призначенням. Утилізація пластмас відбувається із застосуванням таких методів: гідроліз, гліколіз, піроліз, переробка (переробка з подальшим використанням сировини для виготовлення тих самих виробів без зміни властивостей). Найпоширеніший метод - переробка. Оскільки пластик не піддається біологічному розкладанню, щорічно у Світовий океан потрапляє близько восьми мільйонів тонн пластикових відходів, тому спільні зусилля щодо зменшення частки відходів дуже важливі.

Переробка пластику допомагає зменшити високий рівень забруднення пластиком. Якщо порівнювати прибуток від обробки металів із недорогим склом, то переробка пластикових полімерів часто навіть ускладнюється через низьку щільність та низьку вартість. Перед переробкою більшість пластмас сортується відповідно до їх ідентифікаційного коду. Наприклад, поліетилентерефталат, який часто називають ПЕТ, має смоляний код № 1. Більшість пластикових регенераторів в даний час не працюють з кодами; вони використовують автоматичні системи сортування для визначення типу пластику. Обробка розпочалася з ручного збору та сортування пластикових матеріалів; до механізованих процесів автоматизації, які включають подрібнення, просіювання, сортування за щільністю матеріалу (у повітрі, рідинах), в магнітних сепараторах, а також складні спектрофотометричні технології поділу, такі як UV / VS, ІЧ, лазери тощо. попередньо оброблена кольором. Пластикову вторинну сировину подрібнюють. Потім домішки, такі як паперові етикетки, відокремлюють від подрібнених фрагментів. Отриманий матеріал плавлять і часто пресують у гранули, які потім використовують для виробництва інших товарів. [50]

Інший метод передбачає перетворення різних полімерів в нафту набагато менш точним процесом термічної деполімеризації. Цей процес може застосовуватися практично до будь-якого полімеру або їх суміші, включаючи термореактивні

матеріали, відходи шин від вулканізованого каучуку, біополімери, пір'я та інші відходи сільського господарства. Як і природне масло, отримана хімічна речовина може бути перероблена як у паливо, так і в полімер.

Газифікація - це подібний процес, але технічно це не обробка, оскільки вона має мало шансів знову стати полімером. Капітальні витрати при такому способі утилізації невеликі. Це не тільки досягає ресурсозберігаючого ефекту від повторного залучення матеріальних ресурсів до виробничого циклу, але й значно зменшує навантаження на навколишнє середовище.

Основним методом переробки полімеру та інших твердих відходів є їх використання як вторинних матеріальних ресурсів. Переробка їх у термопластичні композиційні матеріали дозволяє одночасно позбутися пластикового сміття та зробити виробництво більш економічним. Оскільки за останні кілька років ціни на первинний ПЕТ постійно зростали. Саме полімерні відходи є цінною вторинною сировиною. Їх переробка та повторне використання дозволить заощадити значну кількість первинних пластмас, які виробляються з сирової нафти, а також зменшить шкідливі викиди в атмосферу [49].

5.3 Висновки до розділу

Пластик змінив наше життя на краще. В нашому житті з'явилися літаки та машини. Використання пластику дало змогу зменшити вагу деталей та скоротити витрату палива. Також пластикова революція відбулась і в упаковці для їжі. Цей полімер є дуже дешевим, а тому і економічно вигідним. З одного боку пластик вирішує багато проблем, а з іншого створює нову. Головною проблемою пластикових виробів- це його утилізація. Кількість вироблення пластику набагато більша, ніж його утилізація. Це призводить до накопичення пластику в навколишньому середовищі. Найбільшим недоліком пластику є його період розкладання, що становить 250-400 років. Основною частиною пластикового сміття є упаковка (40%). Сьогодні існує декілька методів утилізації пластику, але вони не є досить ефективними, тому що проблема накопичення пластику в світі досі не вирішена. Методи утилізації

поділяють на чотири групи:

- фізичні методи
- хімічні методи
- біохімічні методи
- комбіновані методи

Основним методом утилізації полімерних та інших твердих відходів є їх використання як вторинних матеріальних ресурсів. Перероблення їх у термопластичні композитні матеріали дозволяє одночасно позбутися сміття з пластику і зробити виробництво економічно доцільнішим. Оскільки протягом останніх декількох років ціни на первинний ПЕТ безперервно зростають.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано літературні джерела про підготовку та методи утилізації пластику та пластикових виробів в Україні. У ході аналізу було визначено, що ситуація в Україні з утилізацією пластику є складною. Не всі полімерні матеріали піддаються вторинній переробці і це призводить до накопичення пластикових побутових відходів на полігонах та сміттєзвалищах.

2. Нагромадження пластикових відходів негативно впливає на екологічних стан України. Саме під дією зовнішніх чинників пластик окислюється та викидає в навколишнє середовище парникові гази та забруднюючі речовини. Цей процес негативно впливає на екосистеми, сільськогосподарську продукцію, знижує якість життя у житлових районах, що живуть поблизу сміттєзвалищ, а також підвищує захворюваність населення.

3. Виявлено, що є організми та мікроорганізми, які вступають в процес біодеградації пластику та без шкоди навколишньому середовищу можуть утилізувати невеликі кількості пластикових виробів. До таких організмів відносять: апендикулярію, грам-негативні бактерії роду *Ideonella salaiensis*, *aspergillus tubingensis* та личинки воскової молі роду *Galleria mellonella*.

4. Личинки воскової молі роду *Galleria mellonella* найкраще піддаються біодеградації поліетиленової плівки та пакетів. Перевагою личинок є швидкість біодеградації. Швидкість становить: 92 мг за 12 годин. Личинки великої воскової молі не просто механічно пошкоджують поліетилен, а використовують його, як джерело харчування. Продуктом утилізації личинками за допомогою травних ферментів утворюється – етиленгліколь. Дана речовина не є токсичною для личинок.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах // Н.И. Библиотечка для населения, серия „Экологическая безопасность в быту”. - М.: РЭФИА, 1995. - 66 с.
2. Повстугар В.И., Кодопов В.И., Михайлова С.С. Строение и свойства поверхности полимерных материалов. – М.: Химия, 1988, 189 с.
3. Бессонов М.И., Котон М.М., Кудрявцев В.В., Лайус Л.А. Полиимиды – класс термостойких полимеров. – Л.; Наука, 1983, 328 с.
4. Анохін В.В. Хімія і фізико-хімія полімерів. – К.: Вища школа, 1971, 372 с.
5. Бессонов М.И., Котон М.М., Кудрявцев В.В., Лайус Л.А. Полиимиды – класс термостойких полимеров. – Л.; Наука, 1983, 328 с.
6. Повстугар В.И., Кодопов В.И., Михайлова С.С. Строение и свойства поверхности полимерных материалов. – М.: Химия, 1988, 189 с.
7. Piringer, Otto G.; Baner, Albert Lawrence (2008). Plastic packaging: interactions with food and pharmaceuticals (вид. 2nd). Wiley-VCH. с. 632. ISBN 978-3-527-31455-3.
8. Пластичні маси. В.П. Померанцев
9. Технологія пластичних мас, під редак. В. В. Коршака
10. Ситар В.І. Промислова екологія при виробництві та переробці полімерних матеріалів // В.І. Ситар, М.В. Бурмістр, О.С. Кабат. – Дніпропетровськ : Вид-во ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 117 с.
11. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В.Стольберга. – К.:Либра, 2000. – 464 с.
12. Екологія для технічних вузів В. М. Гарин, И. А. Кленова.
13. Сметанин в.и. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: Учеб. пособие для студентов вузов . – М.: Колос, 2000. –229 с.
14. Поводження з відходами: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь«магістр». / О.В. Рибалова. – Х: НУЦЗУ, 2016. – 53–72 с.
15. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навч. посібн. / В.М. Ра- довенчик, М.Д. Гомеля. – К. : Вид-во "Кондор", 2010. – 552 с.

16. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков.– М. : Стройиздат, 1990. – 352 с.
17. Королева О.А. Переработка отходов полимерных материалов / О.А. Королева // Твёрдые бытовые отходы. – 2005. – № 5. – С. 9-10.
18. Методы переработки и утилизации твердых бытовых отходов // Цгоев Т. Ф., Шеверева М. [Электронный ресурс]: Ассоциация «Чистый город», 2016.: <http://www.nacc.spb.ru/index.php/tekhnicheskayainformatsiya/biblioteka/publikatsii/90metodypererabotki-i-utilizatsii-tvjordykh-bytovykh-otkhodov/> (дата обращения: 12.11.2016).
19. Наповнювачі для полімерних композиційних матеріалів (довідковий посібник). Під ред. Г.С. Каца і Д.В. Мілевський. - М. : Хімія, 1981.
20. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування : навч. посібн. / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К. : Вид-во "Кондор", 2010. – 552 с.
21. William E. Eleazer†, William S. Odl, Yu-Sheng Wang, and Morton A. Barlaz. Department of Civil Engineering, Box 7908, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7908 , № 31 (3), - 1997. - pp 911–917.
22. Хром'як У.В. Вторинне використання відходів полістирольних матеріалів / У.В. Хром'як, І.Д. Борщизин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. на- ук. праць. – Львів : Вид-во Львівського ДУ БЖД. – 2012. – № 6. – С. 208-213.
23. Кузнецов А.Е., Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие. В 2 т. / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова [и др.] М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. Т. 1.
24. Шеришев М.А., Кім В.С. Переробка листів з полімерних матеріалів. - Л. : Хімія, 1984.
25. Філатов В.І. Технологічна підготовка виробництва пластмасових виробів. - Л. : Машинобудування, 1990..
26. Дорждеев А. Экономика, экология, положение предприятий / А. Дорждеев // ЭКО. – 2002. – № 4. – С. 109.
27. Ножевников А.Н. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов: коллективная монография / общая ред. и составл.

А.Н. Ножевниковой, А.Ю. Каллистова, Ю.В. Летие, М.В. Кевбрина; . - М.: Университетская книга, 2016. - 320 с.

28. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: Навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1 / О.В. Швед, О.Б. Миколів, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 424 с.

29. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии/ Учебное пособие для студентов. – М.: Мир, 2006. – 504 с.

30. Биодegradация серусодержащего полимера в процессе очистки сточных вод химических производств / Е.В.Перушкина [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2008. - № 7. – с. 42-49. ISSN 0023 110X

31. Волова, Т.Г. Биотехнология / Т.Г. Волова. – Новосибирск : Издательство Сибирского отделения РАН, 1999. – 252 с. ISBN 5-7692-0204-1

32. Саловарова, В.П. Введение в биохимическую экологию : учеб.пособие / В.П. Саловарова, А.А. Приставка, О.А. Берсенева. – Иркутск : Издательство Иркутского государственного университета, 2007. – 159 с. ISBN 978-5-9624-0224-6

33. Карасевич, Ю.Н. Основы селекции микроорганизмов, утилизирующих синтетические органические соединения / Ю.Н. Карасевич. – М. : наука, 2002. – 144 с. ISBN 5-76802-386-8

34. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение : [пер.с англ.] / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М. : Мир, 2002. – 589 с., ил. ISBN 5-03-003328-9

35. Механизмы ускорения биодegradации поллютантов в окружающей среде [Текст] / О.В. Турковская // Международная научная конференция «Микроорганизмы и биосфера» : тезисы. – М. : ИНМИ РАН. – 2007 г. – Библиограф. : с. 130.

36. Забоенко, А.С. Всё о пчеловодстве / А.С. Забоенко. – Донецк: 11 КФ «БАО», 1999. – С. 216-224.

37. Карасевич, Н.Л. Болезни, враги пчелы и медоносные растения. – СанктПетербург, 1867. – С. 119-120.

38. Литвинова, Е.Г. Уникальные грани и лечебные свойства восковой моли / Е.Г. Литвинова // Инновации Подмосковья. Научно-практический и информационный журнал Московской области. – 2010. – № 2 (12), июнь.– С. 8-14

39. Перехвальская, Т.В. Ионная и осмотическая регуляция у гусениц пчелиной огневки *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Galleriidae) / Т.В. Перехвальская, Я.Д. Финкинштейн, Е.Б. Ивашевская // Зоологический журнал. – 1977. – том. LVI, вып. 9. – С. 1315 – 1319.
40. Селиванова, Н.М. Отличительные признаки полов у бабочек большой восковой моли / Н.М. Селиванова, А.Е. Блинущов // Пчеловодство. – 2001. – №4. – С. 26-27
41. Соломка, В.А. Большая восковая моль («ЗОЛОЯ БАБОЧКА») Технологии. Свойства. / В.А. Соломка. – Киев, Медицина Украины, 2012. – 40 с.
42. Иванова-Казас О.М. Очерки по филогении низших хордовых. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1995. С. 1 - 160.
43. Способ разведения *Galleria mellonella* L.: патент RU № 2210210: МПК 7 А01К67/033 / Исмаилов В.Я., Ширинян Ж.А., Квасенков О.И.; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений. № 2001131302/13 – заявл. 21.11.2001; опубл. 20.10.2003 – 3 с.
44. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 1976–01–01. – М. : Изд.-во стандартов, 2004. – 8 с.
45. Основи охорони праці / [Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Запарний В. В. та ін.]; під ред. Ткачука К.Н. та Халімовського М.О. – [2-ге вид., допов. та перероб.] – К. : Основа, 2006. – 448 с.
46. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – Введ. 2014–30–12. – К. : Міністерство внутрішніх справ України, 2002. – 91 с.
47. Безпека праці та промислова санітарія: курс охорони праці для студентів інженерно-економічного напрямку підготовки / [К.Н. Ткачук, О.Л. Гуменюк, Бивойно Т.П., Денисова Н.М. та інші]; За редакцією К.Н. Ткачука і О.Л. Гуменюк – Чернігів: ЧДТУ, 2010. – 368 с.
48. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : [підруч. для студ. вищ. навч.закл.] / В. Ц. Жидецький. – Л.: Українська академія друкарства, 2006. – 336 с.

49. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – Введ. 2014–30–12. – К. : Міністерство внутрішніх справ України, 2002. – 91 с.
50. Н.Р Кобецька // Екологічне право України Навчальний посібник –Київ 2007
51. В. І. Савуляк, О.В Березюк // Технічне забезпечення збирання перевезення та підготовки твердих побутових відходів монографія – м. Вінниця -2006
52. Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин //Экология человека ММП «Экоцентр», КРУК 1994;