

Н.Д. Левчук
А.А. Зінченко
С. М. Кватернюк

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проблему шкідливого впливу традиційних полімерних матеріалів на навколишнє середовище та здоров'я людини. Знайдено альтернативу традиційним полімерним матеріалам та визначено перспективність використання біополімерів.

Ключові слова: біополімер, пластик, деструкція, формальдегід, діоксид вуглецю, поліетилен.

Abstract

The problem of the harmful effect of traditional polymeric materials on the environment and human health is considered. An alternative to traditional polymeric materials has been found and the prospects of using biopolymers have been determined.

Keywords: biopolymer, plastic, destruction, formaldehyde, carbon dioxide, polyethylene.

Вступ

На сьогодні пластмаси широко використовуються в повсякденному житті завдяки своїм особливим властивостям, таким як довговічність, легка обробка і низька вартість виробництва. Але їх стабільність і стійкість до біологічної деструкції в природних умовах спричинила накопичення виробів із пластмас, що вже були у вжитку, у навколишньому середовищі.

Метою роботи є аналіз властивостей біологічних та синтетичних полімерів, проведення порівняльної оцінки традиційних і біодеградуючих полімерних матеріалів.

Виклад основного матеріалу

Пластмаси або полімери та вироби з них знайшли широке застосування у всіх областях людської діяльності. Виробництво і використання пластмас – один із проявів науково-технічного прогресу, так як воно сприяє зниженню витрат на виробництво багатьох виробів, експлуатаційних витрат [1–4]. Полімери є значною часткою твердих побутових відходів і ця частка за останні роки суттєво зросла [5–8]. До позитивних властивостей синтетичних полімерів належить: еластичність, міцність, здатність макромолекул до певної орієнтації по відношенню один до одного. До негативних властивостей належить: складність утилізації, слабка стійкість до ультрафіолетового випромінювання, труднощі або неможливість з'єднання окремих типів синтетичних матеріалів.

Одна з найважливіших переваг пластмас в порівнянні з іншими матеріалами – широка можливість одержання матеріалів із заданою комбінацією властивостей. Пластмаси знаходять все більше застосування в будівництві, машинобудуванні, електронній промисловості, виробництві меблів, тари, упаковки, предметів побутового призначення, а також в сільському господарстві, на транспорті, в медицині.

Екологічними аспектами виробництва пластмас є негативний вплив на атмосферу, а також утворення на підприємствах з виробництва пластикової упаковки ряду відходів.

Небезпечними речовинами, що викидаються в атмосферу в ході технологічного процесу виготовлення пластикової упаковки, є: діоксид вуглецю (4 клас небезпеки), оцтова кислота (3 клас небезпеки), ацетальдегід (3 клас небезпеки), формальдегід (2 клас небезпеки), вінілбензол (2 клас

небезпеки). Найбільшу небезпеку становить діоксин вуглецю, так як збільшення вмісту його в атмосферному повітрі призводить до виникнення парникового ефекту, що є глобальною екологічною проблемою. Оцтова кислота, ацетальдегід і формальдегід є вибухо небезпечними речовинами і викликають ряд негативних впливів на організм людини. Оцтова кислота в результаті реакцій взаємодії з окислювачами і підставами та кожна дає агресивну дію на метали з утворенням горючого газу водню, на деякі види пластику, гуми та інших покриттів. Вінілбензол є отрутою загально токсичної дії, володіє мутагенним та канцерогенним ефектом і має неприємний запах; небезпечний для організму людини.

Основними відходами, що утворюються в процесі виробництва виробів з пластмас є: полістирол, сополімери стиролу, залишки і суміші полімерних матеріалів, відходи поліетилену високого тиску (злитки, обрізки, шлюб), поліетилен низького тиску, відходи поліпропілену, поліетилентерефталат (лавсан) плівки, ПЕТ-пляшки, інші відходи пластмас затверділі (PETg), а також ряд інших виробничих відходів.

Полімери по своїх властивостях належать до отруйних речовин і можуть спровокувати у людини досить великий список захворювань як центральної нервової системи, так і окремих органів. У певних випадках можливі ускладнення, які викликають інвалідність або навіть летальні випадки.

Хімічні сполуки, які виділяються в процесі реакцій полімерів: стирол, діоксин, бісфенол. Поліетилен, полістирол, полівінілхлорид, поліетилентерефталат – це основні види з'єднань, використовуваних у виробництві виробів з полімерів.

Самим небезпечним є полівінілхлорид (ПВХ). Для підвищення стійкості ПВХ у тепловому та світловому старінню в нього вводять стабілізатори. Це з'єднання свинцю, барію, кадмію, олово органічні з'єднання, аміни. З метою додання еластичності в композиції ПВХ додають ще пластифікатори, з яких найбільш відомі – ефіри фталевої та фосфорної кислот.

Дослідження на тваринах знову показали, що фталати здатні змінювати в організмі функцію гормонів, що може бути причиною появи різних дефектів, що виникають при вагітності. Дія цих хімікатів не обмежується поразкою нирок і печінки, вони можуть сприяти також розвитку раку.

Майже всі перелічені проблеми вирішує заміна традиційних полімерів на більш безпечні та дешеві у виробництві біополімери.

Біопластики, що розкладаються широко застосовують і в медицині. Полімери, зроблені з біомолекул, краще сумісні з людськими тканинами і розсмоктуються легше, ніж «традиційні» пластики. Одна з переваг біопластика, яке підкреслюють всі їх виробники, - вони суттєво зменшують викиди діоксину вуглецю в навколишнє середовище. Це залежить саме від сировини, адже біомаса зростає завдяки тому, що поглинає з атмосфери вуглекислий газ. І навіть якщо нерозкладні пластики, зроблені з рослин, сплять в кінці циклу, в атмосферу потрапить лише той вуглекислий газ, що вони поглинули при житті. За приблизними підрахунками, тільки пластики на основі крохмалю можуть заощадити від 0,8 до 3,2 т CO₂ на тонну продукції в порівнянні з поліетиленом, отриманим з органічного палива. При виробництві ПЛА в атмосферу викидається вполовину менше вуглекислого газу, ніж при виробництві полімерів на основі нафти. У будь-якій статті про біопластик подібні цифри підкреслюють з особливим оптимізмом.

Крохмаль - мабуть, найпоширеніша сировина для біорозкладних матеріалів, з ним працюють понад 30% спеціалізованих підприємств. Звичайно, сам він досить крихкий, але якщо в нього додати рослинні пластифікатори (гліцерин, сорбітол), волокна льону, коноплі або полімер молочної кислоти, отриманий з кукурудзи або буряка, то це збільшить механічну міцність і пластичність. Модифікація гідрофільних ОН-груп зробить його стійким до вологи. Таким чином, крохмаль використовують не тільки в якості наповнювача, але і модифікують його, після чого виходить полімер, який розкладається в навколишньому середовищу, але при цьому має властивості комерційно корисного продукту

Полілактид, або полімери молочної кислоти (ПЛА), які отримують після ферментації цукрів кукурудзи або іншої біомаси, також використовують досить широко. З 80 організацій, які виробляють в різних країнах біорозкладні пластики або їх суміші, полімери на основі ПЛА роблять близько 20% компаній. Насправді ПЛА часто змішують з крохмалем для кращого біологічного розкладання і рентабельності виробництва. З них виготовляють вироби з коротким терміном служби: упаковки для фруктів і овочів, яєць, делікатесних продуктів і випічки, а також хірургічні нитки, використовують їх як засіб доставки ліків.

Ще одна група, полігідроксі-алканоати (ПГА) - треті за значимістю біорозкладні полімери (в промисловому масштабі ПГА виробляють близько 8% компаній). Найзначніші представники цього сімейства, полігідроксібутірат (ПГБ) і полігідроксівалерат (ПГВ), також тримують з цукрів. З них роблять пакувальні і неткані матеріали, одноразові серветки і предмети особистої гігієни, плівки і волокна, що зв'язують речовини і покриття, водовідштовхувальні покриття для паперу та картону.

У таблицях 1.1 і 1.2 представлений аналіз літературних даних LCA, кожна LCA характеризує і порівнює вплив різних біопластів на навколишнє середовище: термопластичний крохмаль (TPS), полімолочна кислота (PLA) і полігідроксіалканоати (PHA) і традиційні пластмаси (поліетилен високої і низької щільності, нейлон 6, поліетилентерефталат (ПЕТ)), полістирол (PS))

Таблиця 1.1 - Енергія, необхідна від не відновлюваних джерел і викидів CO₂ для різних видів пластмас, які перебувають в даний час на світовому ринку

Тип пластику	Потреба в енергії, МДж/кг	Глобальне потепління, кгCO ₂ екв/кг
З невідновлюваних джерел		
HDPE	80.0	4.84
LDPE	80.6	5.04
Nylon 6	120.0	7.64
PET	77.0	4.93
PS	87.0	5.98

Таблиця 1.2 - Енергія, необхідна від відновлюваних джерел і викидів CO₂ для різних видів пластмас, які перебувають в даний час на світовому ринку

Тип пластику	Потреба в енергії, МДж/кг	Глобальне потепління, кгCO ₂ екв/кг
З відновлюваних джерел		
TPS	25.4	1.14
TPS+15%	24.9	1.73
TPS+60%	52.3	3.60
PLA	57.0	3.84
PHA	57.0	

Враховуючи данні з табл. 1.1 і 1.2, можна зробити висновок, що виробництво біополімерів потребує значно менше енергії ніж виробництво полімерів з нафтопродуктів, і в меншій мірі впливає на викид CO₂ і глобальне потепління.

Висновки

Було визначено позитивні та негативні властивості синтетичних полімерів. До позитивних властивостей належить: еластичність, міцність, здатність макромолекул до певної орієнтації по відношенню один до одного. До негативних властивостей належить: складність утилізації, слабка стійкість до ультрафіолетового випромінювання, труднощі або неможливість з'єднання окремих типів синтетичних матеріалів. Була проведена порівняльна оцінка синтетичних і біологічних полімерних матеріалів. На основі якої можна зробити висновок, що біологічні полімери та їх виробництво і утилізація завдають значно меншої шкоди довкіллю ніж синтетичні полімери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Довідник по композиційним матеріалам. У 2-х кн. Підред Дж. Любіна. - М. : Хімія, 1988.
3. Технологія пластичних мас, під редак. В. В. Коршака.
4. 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.

5. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М., Турчик П. М., Іщенко В. А., Петрук Р. В. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с.

6. Кватернюк С.М., Животун Я.І. Вирішення проблеми твердих побутових відходів для малих міст. V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 23–26 вересня 2015 р.). Вінниця, 2015. С. 56.

7. Шелест О. С., Цвенько О. О., Мислицька О. В., Кватернюк С. М., Бобко О. О. Актуальні задачі при вирішенні проблеми твердих побутових відходів м. Могилів-Подільського. Екологія, неоекологія, охорона навколишнього природного середовища та збалансоване природокористування : зб. IV наук. конф. (м. Харків, 8-9 грудня 2011 р.). Харків, 2011. С. 34-35.

8. Петрук В. Г., Мудрак О. В., Яворська О. Г., Черній В. В., Кватернюк С. М., Турчик П. М., Петрук Р. В. Інтегроване управління та поводження з твердими побутовими відходами на Вінниччині : монографія. Вінниця : Універсум-Вінниця, 2007. 187 с.

Левчук Назар Дмитрович – студент групи ЕКО-18б, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет.

Зінченко Анна Андріївна - студентка групи ЕКО-18б, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник: *Кватернюк Сергій Михайлович* – д-р техн. наук, професор кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Levchuk Nazar Dmitrovich – a student of the group EKO-18b, Institute for Environmental Safety and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Zinchenko Anna Andreevna – a student of the group EKO-18b, Institute for Environmental Safety and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: *Kvaterniuk Serhii M.* — Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia