УДК 678.03; 502.36

В. П. Плаван
Б.М. Савченко
В. Денисюк

ПЕРЕРОБКА ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Київський національний університет технологій і дизайну

Анотація

Зроблено аналіз сучасного стану та перспектив розвитку у сфері переробки полімерних відходів. Зроблено висновок про те, що для вирішення питання раціонального поводження з полімерними відходами потрібно розвивати індустрію виробництва біорозкладних полімерів, створювати підприємства для промислового компостування, стимулювати маркування готової продукції і роздільного збирання відходів, вести активну просвітницьку, інформаційну кампанію, шляхом широкого залучення інвестицій в наукові розробки, застосування гнучкої податкової системи, а не тільки за рахунок штучних обмежень і прямих законодавчих заборон.

Ключові слова: полімерні відходи, вторинна сировина, біорозкладні полімери, компостування.

Abstract

The analysis of the current state and prospects of development in the field of polymer waste processing is made. It is concluded that to address the issue of rational management of polymer waste it is necessary to develop the industry of biodegradable polymers, create enterprises for industrial composting, stimulate labeling of finished products and separate waste collection, conduct an active educational, information campaign, by attracting investment in research and development, the application of a flexible tax system, not only through artificial restrictions and direct legislative prohibitions.

Keywords: polymer waste, secondary raw materials, biodegradable polymers, composting.

Вступ

Полімерні матеріали стали невід'ємною ознакою сучасного життя. Вони використовуються в таких галузях промисловості, як харчова (тара і упаковка, ящики та палети), будівництво (виробництво кабельно-провідникової продукції, облицювальних панелей, покрівлі та інших будівельних матеріалів), автомобіле- і авіабудування, переробна промисловість (виробництво посуду, меблів, предметів інтер'єру, одягу та взуття). Збільшення асортименту виробів із полімерних матеріалів пов'язано з такими їх перевагами, як дешевизна, можливості швидкого й зручного фасування і транспортування виробів, наявність комплексу властивостей, які не в змозі забезпечити натуральні матеріали. Відповідно збільшується і кількість відходів полімерних матеріалів, як промислових так і побутових.

Неналежна системи поводження з твердими побутовими відходами посилює екологічну небезпеку пластикових відходів, обумовлену їх негативним впливом на довкілля та здоров'я людей. Потрапивши у довкілля пластик біологічно не розкладається, а поступово накопичується у вигляді відходів. Під впливом різних факторів (температури, ультрафіолетового випромінювання, хімічних сполук, контактування з рідинами або іншими предметами, дії морських хвиль тощо) пластикові вироби повільно розпадаються на невеликі фрагменти, дрібні пластикові частинки в результаті деградації. По мірі руйнування пластикових частинок збільшується площа ураження ґрунтів та водойм [1].

З 1 січня 2018 року Україна зобов'язалася сортувати все сміття за видами матеріалів, розділяти його на придатне для повторного використання, для захоронення та небезпечне, а також заборонила вивозити нерозділені відходи на полігони і звалища. 1 червня 2021 року Верховна рада України прийняла закон № 1489-IX «Про обмеження обігу пластикових пакетів на території

України», введення в дію якого планується 10 грудня 2021 року. Цей Закон спрямований на зменшення обсягу використання в Україні пластикових пакетів, обмеження їх розповсюдження з метою поліпшення стану навколишнього природного середовища та благоустрою територій. Цим законом забороняється розповсюдження в об'єктах роздрібної торгівлі, громадського харчування та надання послуг надтонких, тонких і оксорозкладних пластикових пакетів. відповідно до стратегії управління відходами до 2030 р. Україною планується [2] переробляти 65 % твердих побутових відходів, серед них не менше 70 % упаковки; виготовляти пластикову упаковку, яка повністю піддається переробці; вивозити на сміттєзвалища не більше 10 % твердих побутових відходів.

На сьогоднішній день вироблено близько 9 млрд. т первинного пластику. Майже половина від загального обсягу продукту у світі було виготовлено за останні 15 років. Світове виробництво пластика в 2020 році знизилося через пандемію коронавірусу втретє після Другої світової війни. За даними галузевої федерації PlasticsEurope, світове виробництво пластмас впало до 367 млн тонн в 2020 році з 368 млн тон в 2019 році.

За даними McKinsey & Company (вересень 2018 р.) з усього обсягу виробленого пластику утворилося більше 260 млн тон відходів, 25 % відходів були спалені, біля 60 % – опинилося на полігонах або стихійних звалищах і лише 16 % були зібрані для переробки; втрати технологічного процесу під час переробки становлять біля 4% і лише біля 12% відходів були перероблені переважно механічним методом.

Результати дослідження

В сучасній Україні склалась парадоксальна ситуація: одночасно спостерігається ріст споживання та застосування полімерів, зокрема в нових сферах, що обумовлює збільшення кількості відходів, і падіння виробництва первинних полімерів, що призводить до дефіциту полімерів та зростання цін через кризові явища в економіці. Частково поліпшити ситуацію на ринку полімерів вдається завдяки тотальному імпорту і первинної і вторинної сировини. Поява на ринку нових біорозкладних полімерів, регуляція імпорту сировини на законодавчому рівні, ряд нових законодавчих ініціатив щодо поводження з полімерними відходами вимагають нових підходів у напрямку переробки вторинної полімерної сировини в Україні.

На сьогоднішній день в Україні лише від порядку 4% побутових відходів полімерів стають вторинною сировиною. Підстав для цього є декілька. Перш за все відсутність чіткої, виваженої політики системного поводження з відходами на рівні держави. Крім того, не розвинута галузь заготівлі вторинної сировини і не популярність роздільного збирання призводять до дефіциту вторинної сировини, а та яка є, як правило, низької якості. Все це обумовлює виникнення неринкових механізмів в галузі переробки вторинної сировини. Головна проблема – низька якість вторинної сировини поряд з високою ціно. *Хоча заготівля вторинної полімерної сировини – найприбутковіший вид бізнесу пов'язаний з відходами у світі та в Україні.* Перешкодами для розширення ринку вторинної сировини є:

* Низька кваліфікація операторів ринку (більшість відходів, як вторинної сировини, збирається на сміттєзвалищах і полігонах людьми без спеціальної освіти).
* Складність ідентифікації через відсутність маркування на виробах з полімерів.
* Застосування недружніх до вторинної переробки поєднань матеріалів (наприклад, ламінована паперова упаковка).
* Відсутність системних інвестицій в галузь, зокрема в поглиблену переробку полімерів.
* Зовнішня не престижність даного виду діяльності.

Пластик має стати частиною економіки замкнутого циклу так (рис.), щоб з моменту розробки до кінцевого використання збереглася його цінність. Якщо вдасться зберегти цінність пластику протягом усього життєвого циклу, він стане дуже дорогим, щоб даремно його витрачати.

Однак, при використанні вторинної полімерної сировини виникає ряд проблем, які, насамперед, пов'язані з організацією збору, сортування [3, 4] та первинної обробки полімерних відходів. Особливо це стосується змішаних відходів, які переважно є відходами побутового використання. Основну кількість промислових та побутових полімерних відходів знищують захороненням або спалюванням. Проте, такі способи утилізації відходів є економічно невигідними і технологічно ускладненими. Крім того, захоронення і спалювання полімерних відходів призводить до повторного

забруднення навколишнього середовища (газові викиди) і зменшення земельних угідь (організація звалищ).

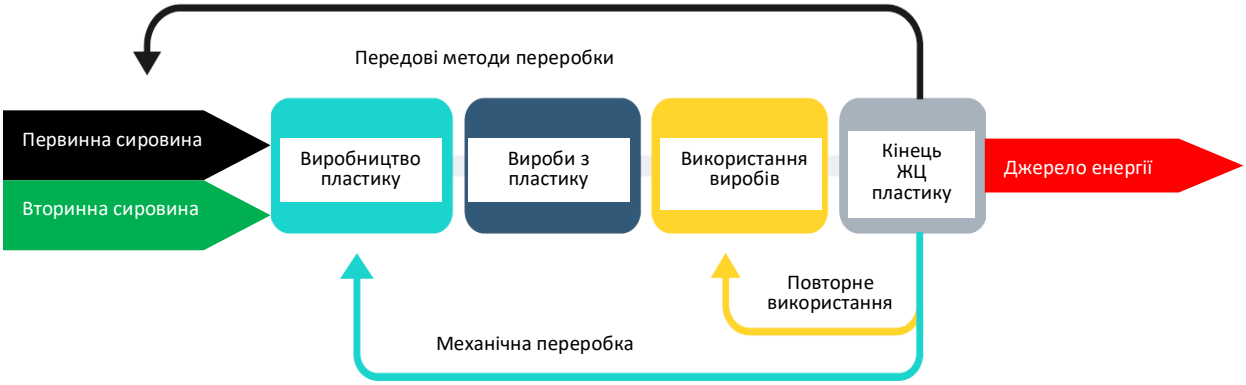

Рис. Основний тренд в переробці відходів: перехід від лінійного до замкнутого циклу (за матеріалами компанії Dow Europe GmbH)

Перспективні напрямки розвитку в галузі вторинної переробки полімерів:

* Вдосконалення процесів заготівлі та переробки – підвищення якості та асортименту вторинної сировини (ретельне розділення полімерних відходів та мийка).
* Розвиток технологій – рух до харчових вторинних полімерів (використання плівки з вторинної сировини для пакування харчових продуктів).
* Застосування вторинної сировини у багатошарових матеріалах.
* Розвиток технологій компаундування: заміщення синтетичних полімерів природними наповнювачами; компаундування поєднане з вторинною переробкою.
* Розвиток технологій переробки змішаних та забруднених відходів полімерів.
* Просвітницька та інформаційна діяльність.

Частково вирішити проблему допоможе широке впровадження так званих біопластиків на ринку первинної полімерної сировини. Біопластики (bio-based) – це загальна назва полімерів, виготовлених з відновлюваних біологічних ресурсів, таких як рослинні жири і олії, крохмаль, солома, тирса, перероблені харчові відходи та ін. Слід зауважити, що біопластики можуть біологічно розкрадатися, але можуть біологічно і не розкладатися [5]. Біорозкладні пластики (biodegradable) – це матеріали, які здатні розкладатися під дією мікроорганізмів (бактерій, грибів, водоростей, дощових черв'яків тощо), утворюючи воду, оксид карбону (IV) та/або метан та побічні продукти (залишкова нова біомаса). Полімери, які піддаються біологічному розкладанню, були розроблені кілька десятиліть тому, але їх повномасштабне комерційне застосування розгорталося дуже повільно. Причиною цього є те, що вони, в цілому, були більш витратними і мали не стабільні фізичні властивості, порівняно з традиційними пластиками.

В умовах України не зрозуміло, біорозкладні полімери – це панацея від екологічних проблем, пов’язаних з переробкою полімерних відходів, чи нова проблема? За даними Європейського інституту біопластика, світові потужності з виробництва біопластика складають 4,16 млн т, що в порівнянні з ринком звичайних пластиків становить менше 1%. Тільки 12% від цих потужностей складають потужності виробництва безпосередньо біораозкладних пластиків. Обмеженість ринку біорозкладних полімерів робить неможливим одномоментний перехід на нову сировину. Крім того, необхідна чітка ідентифікація виробів з нових видів полімерів, оскільки вторинна переробка біорозкладних пластиків і виготовлених із викопної сировини, кардинально відрізняється, що робить не можливою переробку відходів разом.

Незважаючи на практично повну відсутність галузі промислового компостування, технології отримання полімерних матеріалів здатних до біорозкладу, зокрема до компостування, дуже активно розвиваються. Світове споживання біорозкладних пластиків розвивається стрімкими темпами. В період з 2012 по 2016 р. світове споживання біорозкладних пластиків збільшилось в 2,7 рази і ця тенденція зберігається і донині.

Кафедра прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон активно працює над розробкою технологій переробки специфічних видів полімерів, в тому числі біорозкладних і здатних до компостування [6], зокрема для упаковки. Для комплексного та ефективного вирішення проблеми

відходів полімерної упаковки, пропонується використовувати такі матеріали та добавки до них: вторинна полімерна сировина; добавки для прискореного розкладання; композитні матеріали, наповнені карбонатом кальцію, стеаратом кальцію, крохмалем. Розроблена і пропонується до широкого впровадження технологія виготовлення поліетиленових плівок з додаванням термопластичного крохмалю. У результаті проведення ряду досліджень було отримано поліетиленові рукавні плівки з вмістом термопластичного крохмалю 20 мас. % , які здатні розкладатися при потраплянні в ґрунт, із задовільними фізико-механічними характеристиками

Висновки

Таким чином для вирішення питання раціонального поводження з полімерними відходами потрібно розвивати індустрію виробництва біорозкладних полімерів, створювати підприємства для промислового компостування, стимулювати маркування готової продукції і роздільного збирання відходів, вести активну просвітницьку, інформаційну кампанію, шляхом широкого залучення інвестицій в наукові розробки, застосування гнучкої податкової системи, а не тільки за рахунок штучних обмежень і прямих законодавчих заборон. Пластик має стати частиною економіки замкнутого циклу так, щоб з моменту розробки до кінцевого використання збереглася його цінність. Якщо вдасться зберегти цінність пластику протягом усього життєвого циклу, він стане дуже дорогим, щоб даремно його витрачати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Є.О. Михайлова. Пластикове забруднення – одна з головних екологічних проблем людства. *Комунальне господарство міст*, 2020, том 4, вип. 157 с. 109-121. DOI 10.33042/2522-1809-2020-4-157-109-121.
2. Нова політика управління відходами – основа економіки замкненого циклу (Київ, 5-6 червня, 2018 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://conference.chamber.ua/.
3. У.В. Хром'як, І.Д. Борщишин. Вторинне використання відходів полістирольних матеріалів Вісник ЛДУ БЖД № 6, 2012, с. 208-213.
4. Радовенчик В.М. Тверді відходи: збір, переробка, складування. Навчальний посібник. / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.
5. Baseline report on plastic waste. (2020). Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/UNEP-CHW-PWPWG.1-INF-4.English.pdf.
6. Н.В. Сова, Б.М. Савченко, В.П. Плаван, В.О. Білошенко. Способи створення екологічно безпечної полімерної упаковки в Україні. *Упаковка*, 2017, № 5, с. 31-34.

Плаван Вікторія Петрівна – завідувач кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон Київського національного університету технологій і дизайну, д.т.н., професор; e-mail: plavan.vp@knutd.edu.ua

Савченко Богдан Михайлович — професор кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон Київського національного університету технологій і дизайну, д.т.н. , доцент;

Владислав Денисюк – студент факультету хімічних і біофармацевтичних технологій Київського національного університету технологій і дизайну.

Plavan Viktoriia – Head of the Department of Applied Ecology, Technologies of Polymer and Chemical Fiber, Kyiv National University of Technology and Design, Dr. of Sci., Professor; e-mail: plavan.vp@knutd.edu.ua

Savchenko Bohdan – Professor of the Department of Applied Ecology, Technologies of Polymer and Chemical Fiber, Kyiv National University of Technology and Design, Dr. of Sci. , associate professor;

Vladyslav Denysiuk – student of the Faculty of Chemical and Biopharmaceutical Technologies of the Kyiv National University of Technology and Design.