

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТОВАРОЗНАВСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ МАТЕРІАЛІВ І ТОВАРІВ

УДК 620.193.2+620.197.3

Доманцевич Н. І.,

ORCID ID: 0000-0002-6157-7079, Researcher ID: F-3069-2019,

д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства та експертизи в митній справі, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Яцишин Б. П.,

д.т.н., проф., професор НУ “Львівська політехніка”, м. Львів

ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ПЛАСТИЧНИХ МАС У КРАЇНАХ ЄС

Анотація. Розглянуто питання законодавчого регулювання використання вторинних пластичних мас у країнах ЄС, показано їх вплив на захист довкілля та економію ресурсів. Відображено проблеми, пов'язані з переробкою та подальшою експлуатацією отриманих нових полімерних матеріалів. Представлено напрямки наукових досліджень та результати покращення властивостей виробів із пластичних мас. Визначено вплив складу та структури на споживні властивості виробів із використанням вторинних полімерних матеріалів. Встановлено, що використання вторинних пластичних матеріалів у країнах ЄС постійно зростає, проте має поряд із перевагами ряд недоліків. Обґрунтовано, що прийняття пакета циркулярної економіки, який включає в себе законодавчі пропозиції щодо перероблення відходів пластичних мас з метою стимуляції переходу Європи до кругової економіки, підвищить конкурентоспроможність продукції, сприятиме сталому економічному зростанню та створенню нових робочих місць.

Ключові слова: вторинні пластичні маси, види переробки пластичних мас, структура, фізичні властивості, споживні властивості.

Domantsevych N. I.,

ORCID ID: 0000-0002-6157-7079, Researcher ID: F-3069-2019,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Expertise in Customs Business, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Yatsyshyn B. P.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the “Lviv Polytechnic” National University, Lviv

THE USE OF SECONDARY PLASTIC MASSES IN EU COUNTRIES

Abstract. The issues of legislative regulation of the secondary plastic masses use in EU countries is considered as well as their impact on environmental protection and resource saving is shown. The problems associated with the processing and further exploitation of the new polymer materials obtained are highlighted. The directions of scientific researches and results of products made of plastic masses properties improvement are presented. The influence of composition and structure on the consumption properties of products made using secondary polymeric materials is determined. The use of secondary plastics in EU countries has been found to be steadily increasing, but there are a number of disadvantages along with the advantages. It is substantiated that the adoption of the circular economy package, which includes legislative proposals for plastic masses recycling to stimulate Europe's transition to a circular economy, will increase product competitiveness, promote sustainable economic growth and create new jobs.

Key words: secondary plastic masses, types of plastic masses processing, structure, physical properties, consumption properties.

JEL Classification: L60; M11; O5

DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2019-22-01>

Постановка проблеми. Протягом останніх років у країнах ЄС питання захисту довкілля від забруднень різними видами відходів пластичних мас отримує все більшу актуальність через постійне їх накопичення. Відходи пластичних мас незалежно від виду матеріалу створюються на різних рівнях: промислового, комерційного, офісного, в крамницях, побутових службах чи домашньому господарстві. Щорічно європейці викидають на сміття понад 25 млн тонн таких відходів. Із відходів пластичних мас лише 30 % підлягають повторній переробці.

Питання збору і перероблення пластику в ЄС на сьогодні регулює основний законодавчий документ - Директива 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20 грудня 1994 р. "Про упаковку та відходи упаковки". Законодавчий документ спрямований передусім на запобігання будь-якому впливу відходів упаковки на довкілля або зменшення такого впливу, забезпечуючи високий рівень захисту довкілля та функціонування внутрішнього ринку та уникнення перешкод для торгівлі та порушення й обмеження конкуренції. У законодавчих документах: Директиві 2004/12/ЄС, Директиві 2008/98/ЄС, Директиві 2015/720/ЄС - знайшло відображення внесення змін щодо використання окремих видів пластиків, а згідно з матеріалами Комісії 97/129/ЄС зростає вимога до маркування, яке дозволяє вид пластику ідентифікувати і класифікувати за відповідною галуззю промисловості [1-2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою вирішення проблеми на ринку відходів із пластичних мас керівними органами ЄС прийнято першу загальну стратегію щодо переробки використаних пластичних мас з метою захисту довкілля від забруднення, одночасно сприяючи зростанню та інноваціям, запровадженню новітньої програми для майбутнього Європи. Відповідно до стратегії вся пластикова упаковка на ринку ЄС до 2030 р. повинна перероблюватись, а використання виробів із одноразових пластмас передбачають скоротити та обмежити використання мікропластиків [3 - 4].

Безперечно, окреслене коло завдань неможливо вирішувати без сучасних наукових розробок. Вивчення властивостей вторинних пластичних мас, можливостей їх повторного використання знайшло відображення у роботах Ф. Ла Мантії, Сіракузи В., Madalina Elena Grigore, M. Kreiger, G. Anzalone, M. Mulder, A. Glover J., Ragaert K., Delva L., Van Geem K., Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J., Hopewell J., Dvorak R, Kosior E., Dashan Mi, Ludwig Cardon, Jie Zhang, Kim Ragaert, Yingxiong Wang, Макаревича А. В., Пінчука Л. С., Гольдаде В. А. та інших [5 - 13].

Постановка завдання. Проаналізувати напрямки та проблеми використання вторинних пластичних мас у ЄС, зміну їх властивостей в результаті експлуатації та технологічного циклу переробки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час експлуатації виробів із пластичних мас зміна їх властивостей відбувається шляхом чотирьох основних механізмів: фотодеструкції, термоокислювальної деструкції, гідролітичної деструкції та біодеструкції мікроорганізмами.

Зміна властивостей пластичних мас під час експлуатації починається з фотодеструкції внаслідок впливу світлопогоди (ультрафіолетового світла від сонця), яка забезпечує енергію активації, необхідну для ініціювання включення атомів кисню в полімер, що призводить до термоокислювальної деструкції. На цьому етапі пластик стає крихким і його розрив на дрібні шматки відбувається доти, доки полімерні ланцюги не досягнуть достатньо низької молекулярної маси, метаболізуються мікроорганізмами. Мікроорганізми поступово перетворюють вуглець полімерних ланцюгів в діоксид вуглецю або включають його в біомолекули [14].

Первинна утилізація відноситься до повторного використання продуктів у їхній початковій структурі. Недолік цього процесу представлений наявністю обмеження кількості циклів для кожного виду пластичних мас [11, 14 - 15].

Вивчення сучасного стану проблеми утилізації полімерних матеріалів знайшло відображення у роботах Ф. Ла Мантії, передусім це стосується технології їх переробки (механічної, хімічної, відновлення енергії). При експлуатації полімерних матеріалів, як зазначає Ф. Ла Мантія, виникають зміни будови та властивостей, відновлення може проводитися шляхом хімічної переробки, що дозволяє отримати новий сировинний матеріал. Шляхом модифікації здійснюється відновлення стабільності вторинно перероблених пластмас [5].

Вторинна переробка або механічна переробка характерна для термопластичних полімерів, оскільки вони можуть бути повторно розплавлені і перероблені на кінцеву продукцію. Механічна утилізація не передбачає зміни полімеру під час процесу. Цей процес представлений фізичним методом, в якому будуть утворюватися відходи пластичних мас шляхом різання, подрібнення або промивання гранулятів, пластівців або гранул відповідної якості виготовлення, із наступним розплавленням для процесу екструзії. Також перероблений матеріал може бути змішаний з первинним матеріалом. Після сортування пластмаси очищають, сушать і потім безпосередньо переробляють у кінцеві продукти, кількість відпрацьованого пластику різко зменшиться.

Недоліки цього способу відносяться до неоднорідності твердих відходів і погіршення властивостей продукту в кожному циклі, що відбувається завдяки низькомолекулярній масі переробленої смоли. Це спостерігається через реакції розриву ланцюгів, що викликаються присутністю води і залишків кислотних домішок, з метою уникнення зниження молекулярної маси рекомендується сушка, використання ланцюгових розширювачів або переробка з вакуумною дегазацією. Крім того, цей метод є відносно недорогим, але потребує значних початкових інвестицій.

Хімічна переробка використовується при механічній рециркуляції як доповнення. Хімічна переробка визначається як процес, де полімери хімічно перетворюються в мономерні або частково деполімеризують до олігомерів за допомогою хімічної реакції (відбувається зміна хімічної структури

полімеру). Цей спосіб здатен перетворити пластичний матеріал на менші молекули, придатні для використання в якості вихідної сировини, починаючи з мономерів, олігомерів або сумішей інших вуглеводневих сполук.

Відновлення енергії або четвертинної переробки відноситься до відновлення енергетичного змісту пластику. Найбільш ефективний спосіб зменшити обсяг органічних матеріалів, що передбачає відновлення енергії, представлений спалюванням. Цей метод є прийнятним рішенням, оскільки він генерує значну енергію з полімерів, проте він не є екологічно прийнятним через ризики для довкілля та здоров'я громадян від наявності токсичних речовин у повітрі (діоксинів, важких металів, хлорвмісних полімерів, токсичного вуглецю та кисню, вільних радикалів).

У роботах Madalina Elena Grigore розглянуто методи переробки, властивості та застосування вторинних термопластичних полімерів. Підхід до синтезу істотно впливає на властивості таких матеріалів, і ці властивості, у свою чергу, мають значний вплив на їх застосування [7].

Ragaert K., Delva L., Van Geem K. розглянули шляхи механічної і хімічної утилізації полімерів, можливості сучасних технологій сортування, специфічні проблеми механічної рециркуляції, такі як погіршення терміну служби та незмішуваність полімерних сумішей, взаємозв'язок між проектуванням та утилізацією, підкреслюючи роль поєднання дизайну та утилізації [8, 9].

Al-Salem SM, Lettieri P., Baeyens J. вивчали шляхи утворення відходів із поліолефінів, які становлять значний відсоток щоденних пластмасових виробів з одного циклу життя [10].

Howewell J., Dvorak R., Kosior E. зазначають, що пластикові матеріали можуть бути перероблені різними способами, і легкість переробки залежить від типу полімеру, конструкції упаковки і типу продукту. Наприклад, жорсткі контейнери, що складаються з одного полімеру, є більш простими і більш економічними для переробки, ніж багатошарові і багатокомпонентні пакети. Упаковка є основним джерелом відходів пластмас, але інші джерела, такі як відпрацьоване електронне та електричне обладнання (WEEE) та зняті транспортні засоби (ELV), стають значними джерелами відходів пластмас [11].

Dashan Mi, Ludwig Cardon, Jie Zhang, Kim Ragaert, Yingxiong Wang створили теоретичну основу для механічної переробки незмішуваних сумішей, зосередилися на вивченні впливу складових аспектів – фібриляції дисперсного ПЕТ, кристалічної морфології ПП матриці та компатибілізованого інтерфейсу – на механічні властивості сумішей ПП/ПЕТ [12].

У роботах Сіракузі В. досліджувалися характеристики проникності різних полімерних матеріалів (гомогенної і гетерогенної полімерної системи) у різних умовах навколишнього середовища, що важливо для розуміння того, чи вибраний матеріал відповідає упакованим харчовим продуктам. Важливим питанням є дослідження змін, що

відбуваються під дією зовнішніх факторів у полімерній плівці та продукції, яка у ній зберігається [6].

Рада ЄС 21 травня 2019 р. схвалила директиву, що передбачає заборону в ЄС ряду одноразових пластикових виробів, для яких існує альтернатива. Директива щодо використання одноразового пластику будуватиметься на існуючому законодавстві ЄС щодо відходів, але встановлюватиме більш жорсткі правила для тих видів продукції та упаковки з пластику, які входять до найбільш поширених забруднювачів навколишнього середовища. В Європейському Союзі заборонять пластикові вироби одноразового використання, а саме: пакети, соломинки для напоїв, тарілки та столове приладдя (виделки, ножі, ложки та палички для їжі), харчові контейнери з пінополістиролу, контейнери і чашки для напоїв з пінополістиролу. Ряд одноразових пластикових виробів, яким легко знайти заміну, будуть заборонені вже до 2021 р. [14 - 18].

Разом із тим, у ЄС запроваджують економічне стимулювання переробки пластикових відходів і скорочення споживання одноразової упаковки. Єврокомісія спрямувала 100 млн євро на запровадження новітніх технологій та інновацій. Важливим напрямком для країн ЄС є прийняття глобального зобов'язання “Нової економіки пластику” з використанням моделі циклічної економіки, яка закриває життєвий цикл виробництва пластику і сприяє інноваціям щодо його повторного використання. Це передусім інтернет-платформа Loop, яка дозволить споживачам купувати в інтернеті широкий спектр товарів у спеціально розробленій упаковці, придатній для подальшого збору, очищення, наповнення та повторного використання. Схема роботи сервісу Loop включає шість етапів (рис. 1) [15].

На першому етапі споживач купує товари в новій упаковці на сайті Loop або партнерів, залишаючи гарантійну заставу, яку він отримає назад, повернувши упаковку. На другому покупці доставляються в спеціально розробленій сумці Loop, яка знімає потребу в одноразових матеріалах для перевезення, включаючи картонні коробки. Третій етап - використання товару. На четвертому споживач повертає упаковку продавцеві без чистки і сортування, просто склавши її в сумку Loop і віддавши кур'єру. На п'ятому етапі упаковка проходить спеціальне очищення, щоб забезпечити безпечне повторне використання продукції. На останньому етапі упаковка заповнюється повторно і повертається споживачу.

До такого вирішення проблеми приєдналися такі відомі виробники товарів, як: Procter&Gamble, Nestle, PepsiCo, Mondelez, Danone, Unilever та ряд інших. Компанія Procter & Gamble пропонує нову упаковку для декількох брендів, включаючи шампуні Pantene, засоби для прання Tide, продукцію для гоління Gillette. PepsiCo готова запропонувати клієнтам Loop як газовані напої, так і соки “Тропікана” [15].

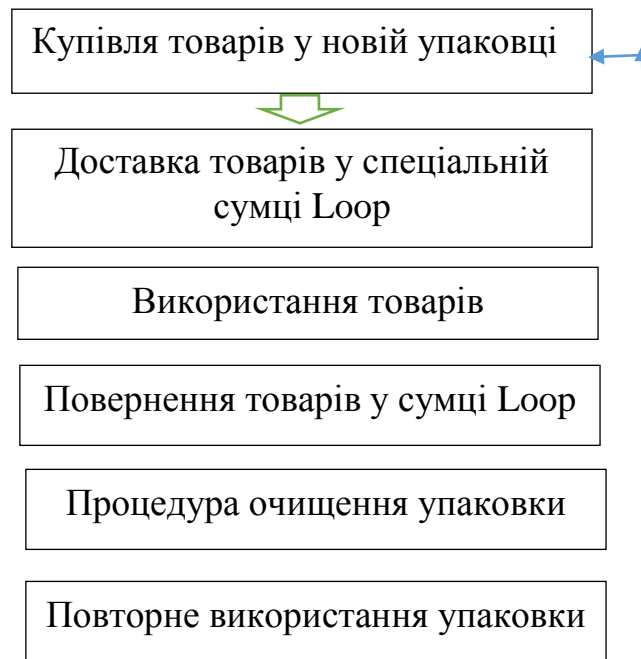


Рис. 1. Купівля товарів із використанням платформи Loop

Упаковка виготовляється зі спеціально розроблених видів пластику. Платформа Loop почне роботу в Парижі (спільно з Carrefour) і Нью-Йорку в першій половині 2019 р., а до кінця 2020 р. з'явиться і в інших країнах. Надалі система Loop стане доступна і через сайти ритейлерів-партнерів. Зараз у програмі беруть участь близько 25 компаній, однак це число буде збільшуватися. Продумана схема покупок товарів із безвідходною упаковкою істотно підвищить стандарти відповідального споживання по всьому світу.

Пластичні маси у країнах ЄС піддаються вторинній переробці. Виробники зацікавлені в цьому, оскільки виробництво стає дешевшим. Завдяки впровадженню системи розширеної відповідальності виробника створюють відповідні компанії, які збирають відходи, сортують їх та переробляють.

Ще одним напрямком є виготовлення упаковки з використанням меншої кількості пластику (екодизайн). Виробники Coca-Cola виготовляють пляшки для цього напою з меншою кількістю пластику, причому маса пляшки зменшилася на кілька грамів. І це виключно через те, що вступили в дію європейські нормативи по поводженню з упаковкою. Для міжнародних корпорацій, які мають виробництво по всьому світу, вимоги з переробки упаковки із пластичних мас підлаштовують до загальних вимог. Якщо не виконуються нормативи по переробці, які закладені в закон, то до цих виробників застосовується штраф у подвійному обсязі середньої ринкової вартості такого перероблення чи утилізації. Тобто виробники виявляються зацікавлені в тому, щоб організувати роздільний збір, переробку їхньої упаковки.

До 2029 р. країни-члени ЄС будуть зобов'язані збирати 90 % пластикових пляшок для вторинної

переробки, і вони будуть виготовлятися з використанням 25 % вторинних матеріалів у 2025 р. та 30 % – у 2030 р.

Угода також посилює застосування принципу “забруднювач платить” шляхом введення розширеної відповідальності виробників. Цей новий режим також застосовуватиметься до риболовних знарядь, щоб гарантувати, що виробники, а не рибалки несуть витрати за збір сіток, втрачених на морі.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, використання вторинних пластичних матеріалів у країнах ЄС постійно зростає, проте має поряд із перевагами ряд недоліків. Прийняття пакета циркулярної економіки, який включає в себе законодавчі пропозиції щодо перероблення відходів пластичних мас з метою стимуляції переходу Європи до кругової економіки, підвищить конкурентоспроможність продукції, сприятиме сталому економічному зростанню та створенню нових робочих місць. Це дозволить реалізувати програму дій, що охоплює весь цикл: від виробництва та споживання до управління відходами пластичних мас та ринку вторинної сировини. Запропоновані дії сприятимуть “закриттю циклу” життєвого циклу виробів із пластичних мас за рахунок зростання утилізації та повторного використання, а також принесуть користь як для довкілля, так і для економіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Директива від 20.12.1994 № 94/62/ЄС Європейського Парламенту і Ради про упаковку і відходи від упаковки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b05.
2. Директива Ради від 11.02.2004 № 2004/12/ЄС Про упаковку та відходи упаковки. Зміни до

Директиви 94/62/ЄС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63800.

3. ЄС прийняв стратегічний план з переробки пластику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2018/01/17/7076188/>.

4. В ЄС узгодили заборону на використання одноразового пластику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eurointegration.com.ua/news/018/12/19/7090856/>.

5. Ф. Ла Мантя Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантя — СПб. : Профессия, 2006. – 400 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.professija.ru/pdf/vtorperpl.pdf>.

6. Siracusa V. Food packaging permeability behaviour: A report (review article) / V. Siracusa // *International Journal of Polymer Science*. – 2012. – V. 2012, Article ID 302029. – 11 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.scribd.com/document/348250250/PERMEATION-pdf>.

7. Madalina Elena Grigore *Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers Recycling 2017*, 2, 24 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2313-4321/2/4/24>.

8. Megan A. Kreiger, Michon L. Mulder *Life Cycle Analysis of Distributed Recycling of Post-consumer High Density Polyethylene for 3-D Printing Filament* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.semanticscholar.org/paper/Life-Cycle-Analysis-of-Distributed-Recycling-of-for-Kreiger-Mulder/b26d164fe7a19e6d86984efe387726609cfd56b4>.

9. Ragaert K, Delva L, Van Geem K *Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28823699>.

10. Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J. *Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19577459>.

11. Hopewell J, Dvorak R, Kosior E. *Plastics recycling: challenges and opportunities* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19528059>.

12. Dashan Mi, Yingxiong Wang, Maja Kuzmanovic, Laurens Delva, Yixin Jiang, Ludwig Cardon, Jie Zhang and Kim Ragaert *Effects of Phase Morphology on Mechanical Properties: Oriented/Unoriented PP Crystal Combination with Spherical/Microfibrillar PET Phase*. *Polymers* 2019, 11(2), 248 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2073-4360/11/2/248>.

13. Пинчук Л. С. Ингибированные пластики / Пинчук Л. С., Гольдаде В. А., Макаревич А. В.; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т механики металлополимер. систем им. В.А. Белого. – Гомель : ИММС НАНБ, 2004. – 491 с.

14. Francis, R. *Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2016. – 288 p. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wiley.com/en-us/Recycling+of+Polymers%3A+Methods%2C+Characterization+and+Applications-p-9783527338481>.

15. Singh, N.; Hui, D.; Singh, R.; Ahuja, I.; Feo, L.; Fraternali, F. *Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications*. *Compos. Part B Eng.* 2017, 115, 409–422 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.fernando-fraternaliresearch.com/publications/JCOMB_Recycling_Review_2017.pdf.

16. Європарламент заборонив виробництво і продаж одноразового пластику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukr.segodaya.ua/world/europe/evroparlament-zapretil-proizvodstvo-i-prodazhu-odnorazovogo-plastika-1243502.html>.

17. Ведущие производители потребтоваров создадут платформу Loop для перехода к безотходной упаковке [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://interfax.com.ua/news/economic/561202.html>.

18. Найбільші виробники споживчих товарів представили проект для відмови від одноразових упаковок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.umoloda.kiev.ua/number/0/2006/129857/>.

REFERENCES

1. Dyrektyva vid 20.12.1994 № 94/62/Yes Yevropejs'koho Parlamentu i Rady pro upakovku i vidkhody vid upakovky, available at: https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b05.

2. Dyrektyva Rady vid 11.02.2004 № 2004/12/Yes Pro upakovku ta vidkhody upakovky. Zminy do Dyrektyvy 94/62/Yes, available at: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63800.

3. Yes pryjniav stratehichnyj plan z pererobky plastyku, available at: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2018/01/17/7076188/>.

4. V Yes uzghodyly zaboronu na vykorystannia odnorazovoho plastyku, available at: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2018/12/19/7090856/>.

5. F. La Mantya (2006), *Vtorychnaia pererabotka plastmass*, Professya, SPb., 400 s., available at: <http://www.professija.ru/pdf/vtorperpl.pdf>.

6. Siracusa V. (2012), *Food packaging permeability behaviour: A report (review article)*, *International Journal of Polymer Science*, v. 2012, Article ID 302029, 11 p., available at: <http://www.scribd.com/document/348250250/PERMEATION-N-pdf>.

7. Madalina Elena Grigore *Methods of Recycling, Properties and Applications of Recycled Thermoplastic Polymers Recycling 2017*, 2, 24, available at: <https://www.mdpi.com/2313-4321/2/4/24>.

8. Megan A. Kreiger, Michon L. Mulder *Life Cycle Analysis of Distributed Recycling of Post-consumer High Density Polyethylene for 3-D Printing Filament*, available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Life-Cycle-Analysis-of-Distributed-Recycling-of-for-Kreiger-Mulder/b26d164fe7a19e6d86984efe387726609cfd56b4>.

9. Ragaert K., Delva L., Van Geem K. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28823699>.

10. Al-Salem SM, Lettieri P., Baeyens J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19577459>.

11. Hopewell J., Dvorak R., Kosior E. Plastics recycling: challenges and opportunities, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19528059>.

12. Dashan Mi, Yingxiong Wang, Maja Kuzmanovic, Laurens Delva, Yixin Jiang, Ludwig Cardon, Jie Zhang and Kim Ragaert Effects of Phase Morphology on Mechanical Properties: Oriented/Unoriented PP Crystal Combination with Spherical/Microfibrillar PET Phase. *Polymers* 2019, 11(2), 248, available at: <https://www.mdpi.com/2073-4360/11/2/248>.

13. Pynchuk, L. S., Hol'dade, V. A. and Makarevych, A. V. (2004), Ynhybyrovannnye plastyky ; Nats. akad. nauk Belarusy, Yn-t mekhanyky metallopolym. system ym. V.A. Beloho, YMMS NANB, Homel' , 491 s.

14. Francis, R. *Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications*; John Wiley & Sons:

Hoboken, NJ, USA, 2016. – 288 p., available at: <https://www.wiley.com/en-us/Recycling+of+Polymers%3A+Methods%2C+Characterization+and+Applications-p-9783527338481>.

15. Singh, N.; Hui, D.; Singh, R.; Ahuja, I.; Feo, L.; Fraternali, F. Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Compos. Part B Eng.* 2017, 115, 409–422, available at: http://www.fernandofraternaliresearch.com/publications/JCOMB_Recycling_Review_2017.pdf.

16. Yevroparlament zaboronyv vyrobnytstvo i prodazh odnorazovoho plastyku, available at: <https://ukr.segodnya.ua/world/europe/evroparlament-zapretit-proizvodstvo-i-prodazhu-odnorazovogo-plastika-1243502.html>.

17. Veduschye proyzvodytely potrebtovarov sozdatut platformu Loop dlia perekhoda k bezotkhodnoj upakovke, available at: <https://interfax.com.ua/news/economic/561202.html>.

18. Najbil'shi vyrobnyky spozhyvchykh tovariv predstavly proekt dlia vidmovy vid odnorazovykh upakovok, available at: <https://www.umoloda.kiev.ua/number/0/2006/129857/>.

Стаття надійшла до редакції 30 січня 2019 р.