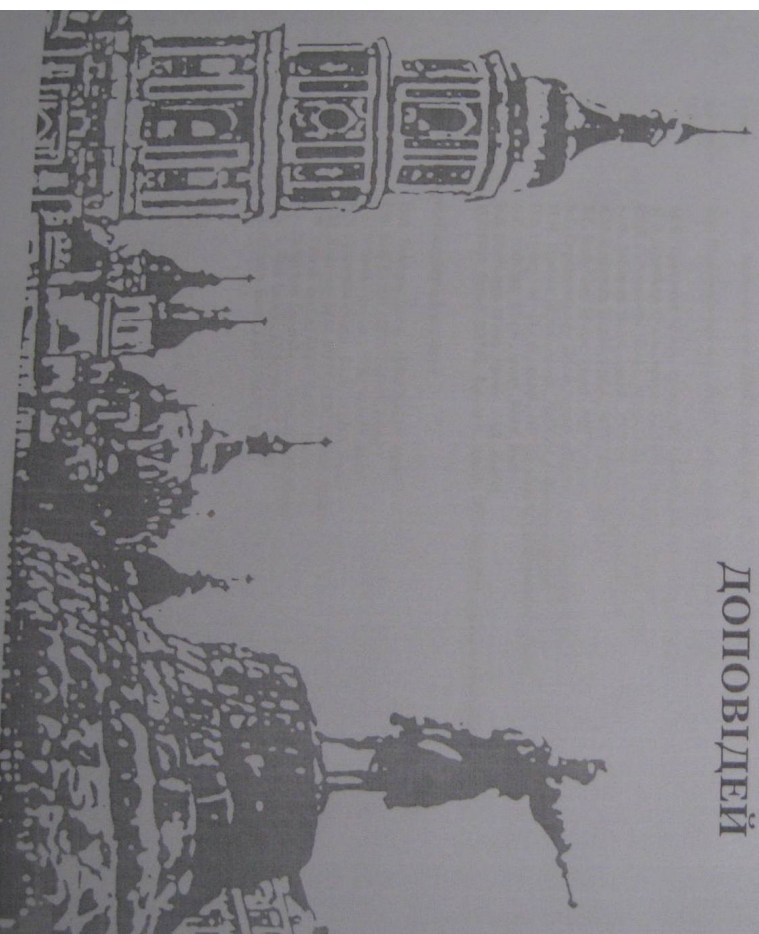


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
Інститут хімії високомолекулярних сполук

**ХІІ Українська конференція з  
високомолекулярних сполук**  
Київ, 7 – 10 жовтня 2013

**ТЕЗИ  
ДОПОВІДЕЙ**



**УТИЛІЗАЦІЯ І ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВІДХОДІВ ПЛАСТІЧНИХ МАС**

У.В. Хродій, А.В. Тернявський  
 Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
 вул. Клепарівська, 35, 79007, Львів  
 uchrud@ukr.net

Всі матеріали, що частково або повністю виготовлені з пластмас потрапляють в подальшому утилітації. Накопичення полімерних відходів у навантаженому середовищі і їх видалення сприяє до деструкції в природних умовах створюють серйозні екологічні проблеми. Основну кількість продукції та побуровані полімерних відходів збирають закордоненням або спалюваннями. Проте, така спосіб утилізації відходів є економічно невигідними і технологічно ускладненими. Одним з методів екологічного використання відходів полімерів, особливо промислових, є їх оброблення до первинної сировини у кількості 20 %.

Зростаючи обсяги виробництва пластмас, їх переробки та збирання зумовлює збільшення кількості відходів, що накопичуються, як у виробничій – технологічній виробі, пакування матеріали тощо. Накопичення полімерних відходів у навантаженому середовищі і їх виняткова стійкість до деструкції в природних умовах створюють серйозні екологічні проблеми. У зв'язку з цим, питання утилізації відходів полімерних матеріалів стає все більш актуальними з технологічної і економічної точки зору. Поряд з цим, використання відходів є важливим чинником розширення сировинної бази промисловості і полімерної хімії, економіки матеріальних та енергетичних ресурсів.

Щорічно вміст відходів пластичних мас зростає. Якщо врахувати подальше збільшення загальної маси твердих побутових відходів, то об'єми відходів пластмас вже сьогодні наближують мільйони тонн щорічно. У розвинених країнах кількість пластичних відходів подвоюється кожні 10 років і вже сьогодні вони складають 60 % тари та пакування. Втрата такої величезної кількості вторинної сировини є досить вичудною для людства, а захоплення чи спалювання пластичних відходів завжди пов'язано із значними екологічними проблемами. Тому останній часом набули переробки пластмас розвивається досить інтенсивно.

За одиницею фактів в структурі полімерних відходів 34 % складає поліетилен (пластик, пивні ашини, відра, піддон та інші виробні), 20,4 % - поліетилентерефталат (пластики від різноманітних напоїв та інших рідин), 17 % - ламінований папір, 13,6 % - полівінілхлорид (труби, плівка, папери), 7,6 % - поліпропілен (корпуси електронної апаратури, одноразовий посуд), 7,4 % - поліпропілен (побутові виробні, корпуси аксесуарів, різноманітні тарні), більшість виробів, тари та пакування із пластичних мас призначені час зберігати свої властивості і придатні для повторного використання. Однак сьогодні збирається та

переробляється лише 20 % поліетилену, 17 % поліпропілену, 12 % поліетилентерефталат, 12 % поліпропілен, 10 % полівінілхлорид. Причому, промисловість заганя переробити в кілька разів більше вторинної сировини, ніж її продукується сьогодні із відходів [1].

Із вторинних пластмас виплодують елементи машин та механізмів, посуд, меблі та предмети інтер'єру, широкі перебік будівельних виробів, значні об'єми пакувальних матеріалів та тари, труби, полімерну черепицю та протязури плитку та багато іншого. Цей сегмент ринку вторинних матеріалів на сьогодні є досить перспективним і дозволяє не лише вирішити екологічні проблеми, а й отримати економічний зиск.

Пластмасові відходи є вторинною сировиною і можуть використовуватися:

- 1) для одержання виробів і композицій;
- 2) як джерело паливних ресурсів.

Відходи пластмас діляться на дві великі групи:

- відходи виробництва;
- відходи споживання.

Завдання утилізації і знешкодження відходів пластмас цих груп суттєво відрізняються. При розробці способів використання виробничих відходів головні труднощі пов'язані:

- 1) з більш низькою якістю відходів порівняно з первинними пластмасами;
- 2) наявністю забруднень;
- 3) наявністю включень різного походження.

При утилізації відходів другої групи найбільшій труднощі виникають із збиранням, транспортуванням і виділенням пластмас із заданої маси виробничо-побутових відходів. Оскільки вміст пластмас у побутових відходах порівняно невеликий (є 20 %), то продуктивність виділення не завжди окуповується. Тому можливі нові шляхи утилізації, які пов'язані із суцільною переробкою пластмасових відходів і побутового сміття. Коли пластмасові відходи відносять виділити, то подальша їх переробка не відрізняється від переробки виробничих відходів пластмас.

Суржачук В.В. <582>  
 Суржачук А.В. <567>  
 Стук В.М. <582>  
 Струський А.В. <166, 177, 314>  
 Оворова О.В. <317, 402>  
 Овора Ю.О. <103>  
 Охвіч К.М. <456, 439, 345>  
 Охвіч М.П. <456, 439>  
 Саватинцев А.С. <344>  
 Саватинцев В.Г. <548>  
 Саргалтєвський В.Г. <345>  
 Тарбушкіна Е.В. <438, 439>  
 Тарасенко В.В. <548>  
 Тарасов В.А. <132>  
 Тернявський А.В. <566>  
 Тернявський І.Т. <386>  
 Тетляков К.Ю. <164>  
 Терещенко В.Н. <138>  
 Тинків І.А. <380>  
 Тихомирова Т.С. <351>  
 Тичка В.Д. <96>  
 Тищенко Р.І. <518>  
 Ткач М.Г. <171, 319>  
 Ткач В.М. <282>  
 Тученко И.М. <206, 302, 323, 346>  
 Тученко З.В. <383>  
 Тодолішчук Т.Т. <138, 313>  
 Тодолішчук Т.Т. <334>  
 Токарєв В.С. <26, 571>  
 Токстот А.І. <533>  
 Топілова З.М. <574>  
 Травинська Т.В. <144, 326>  
 Триніт С.О. <158, 161, 237>  
 Тронько М.Д. <518>  
 Трунова А.В. <97>  
 Тумчук А.Ф. <356>  
 Турян А.В. <527>  
 Турчина Т.Г. <40, 329>  
 Уланова Н.Н. <516>  
 Усенко А.М. <195>  
 Устїнова Т.П. <482>  
 Фазылова Г.Р. <299>  
 Файнштейн А.М. <52, 93, 97, 524, 336>  
 Файнштейн О.М. <361, 364, 417, 537>  
 Федунченко З.В. <141>  
 Федунченко Л.В. <581>  
 Фиглинович А.Ю. <560>  
 Филіпко Н.М. <59>  
 Філіпчук Н.В. <386>  
 Філіпович А.Ю. <141>  
 Фомченко А.А. <17>  
 Фомченко А.О. <338, 563>  
 Фроленко А.К. <22>  
 Фурдуй С.М. <358>  
 Фуріат І.М. <237>  
 Хоменко Г.П. <62>  
 Хоробський О.В. <332>  
 Хром'як У.В. <36>  
 Цибренко І.О. <569>  
 Цибренко М.В. <488, 569>  
 Цюпка Ф.І. <392>  
 Чабан Н.Д. <486>  
 Чабан С.Н. <90, 111>  
 Черваков О.В. <103>  
 Червотина Г.М. <444>  
 Чобіт М.Р. <571>  
 Чопик Н.В. <426>  
 Чорна В.М. <334>  
 Чумак І.Н. <286>  
 Шандирук М.І. <267, 572, 574>  
 Шандирук Т.А. <335, 338, 563>  
 Шараватова Т.В. <275>  
 Шахов О.В. <377>  
 Швалєв О.М. <341>  
 Швацько В.С. <472>  
 Шевченко В.В. <12, 158, 161, 166, 177, 206, 237, 302, 314, 323, 346>  
 Шевченко О.В. <344, 345>  
 Шевчук О.М. <26>  
 Шервук Т.М. <379>  
 Шехера О.В. <206, 302, 323, 346>  
 Шеняко М.Д. <580>  
 Шеняко А.І. <157>  
 Шидицька О.М. <542>  
 Шидицька В.В. <278, 282>  
 Шостацька Т.С. <432, 475>  
 Штромаєль В.І. <126, 349>  
 Шумський В.П. <335>  
 Щербіна М.А. <90, 111>  
 Юрченко М.В. <107, 264, 351>  
 Якимовський А.В. <513>  
 Якимченко Н.В. <157>  
 Яковлев Ю.В. <129, 314>  
 Якушев П.Н. <52>  
 Ямпольський Ю.П. <323>  
 Янович І.В. <134>  
 Яремко З.М. <381>  
 Ярова Н.В. <290>  
 Ярова Н.В. <259>  
 Ятчинин І.Н. <262, 392>  
 Ятчинин М.М. <582>  
 Яценко Д.Н. <138>

Ріст виробництва пластмас не означає прайоритетного збільшення відходів. Створення маю- і безвідходних технологій приводить до того, що різнити виробництва пластмас спрощують:

- 1) високоякісними технологічними процесами;
- 2) впровадженням нового обладнання для оптимізувати переробки пластмас.

Однак, дотримуватися працездатності дуже старе технологічне і застаріле дуже серйозним джерелом утворення відходів.

Легкою наступні основні напрямки утілізації чи зменшення пластмасових відходів:

- 1) вторинна переробка відходів або використання їх в різних композиціях;
- 2) термічний розклад з одержанням цільових продуктів;
- 3) термічне зменшення з регенерацією теплої, що віддається;
- 4) розробка фото- і біологічних пластмас, які після закінчення експлуатаційного терміну збиті, розкладаються до низькомолекулярних сполук, поглинаються мікроорганізмами і включаются в замкнений біологічний цикл, не створюючи негативного впливу на довкілля.

Вибір напрямку утілізації чи зменшення пластмасових відходів визначається економічними міркуваннями, проблемами сировини, екологічними завданнями та рядом інших факторів.

Проте, вторинної переробки відходів пластмас може складатися з наступних стадій [2]:

- 1) попередня сортування і очищення;
- 2) подрібнення;
- 3) вимивання і сепарація;
- 4) класифікація за видами;
- 5) сушіння;
- 6) грануляція;
- 7) переробка у виробі.

Перша стадія включає сортування відходів за зовнішнім виглядом, відділення непластмасових компонентів, записки паперу чи дерев'яної тари, металевих предметів і т.д.

Друга стадія – дуже відповідальна. Вислідок одної або двох стадійного подрібнення матеріалу має розміри, достатні для того, щоб здійснити його подальшу переробку.

За здатністю до подрібнення полімери можна розділяти наступним чином:

- поліестри > поліолефіни високого тиску > поліолефіни середнього тиску > поліолефіни низького тиску > фторопласти.

Найбільш ефективно подрібнюється крикий поліестер і найменш ефективно – в'язкопружкий фторопласт. Те саме спостерігається і при подрібненні у млинах ударної дії.

На третій стадії подрібненні матеріал піддають відмиванню від забруднень

органічного і неорганічного характеру різними розчинниками, мийними засобами і водою. Також відділяють металічні домішки, промислові відходи через магнітні сепаратори, домішки кольорових металів відділяють в електроосередках.

Четверта стадія залежить від виробленої кількості розділення відходів за видами пластмас. Якщо використовують морфні способи, то спочатку впровадять розділення, а потім – сушіння. При використанні сухих способів спочатку подрібнені відходи сушать, а потім класифікують. Після цих операцій підсумок подрібнені відходи при необхідності змішують із стабілізаторами, барвниками, наповнювачами та іншими імпрегентами і піддають грануляції.

Часто на цій стадії відходи змішують з товарним полімером.

Закінчення стадії – переробка грануляту у виробі – на вигляд від переробки товарного продукту, вимагає коректування режимів переробки.

Впровадження виспецифіковані схеми на практиці дороге і трудомістке, тому впровадження таких схем обмежене. За такою схемою переробляються, в основному, відходи споживачів.

Схема переробки виробничих відходів спрощується і включає стадії: сортування і очищення, подрібнення, грануляція і переробка у виробі.

Слід відзначити, що технологічні відходи за фізико-механічними і технологічними властивостями не відрізняються від первинної сировини. Найбільш розповсюджений метод переробки технологічних відходів поліестеру – дигіт під тиском. В таблиці наведені результати зміни властивостей поліестеру в процесі багатривою переробки [3].

Таблиця  
Зміна властивостей поліестеру в процесі багатривою переробки

Показники	Кількість переробки поліестеру				
	1	2	3	4	5
Усадка в вагеті, Кб/ж/м <sup>3</sup>	3350	3310	3280	3300	3400
Міцність при розриві, МПа	35,4	34,2	34,5	33,7	33,7
Відносне вилучення, %	21,1	20,3	12,2	9,6	11,1
Молекулярна вага $\times 10^{-3}$	193,6	171,8	160,3	149,6	137,7
Показник текучості (Резистанс, г/10см <sup>3</sup> )	4,44	5,35	5,75	5,86	5,96

Невідлучно на destructivній процесі, що протікає при багатривою переробці поліестеру, про що свідчать зменшення молекулярної ваги, його основні фізико-механічні властивості змінюються незалежно від особливостей вторинної переробки поліестеру. Необхідність додаткової стабілізації. Відходи поліестеру

використовують головним чином для одержання плавкових виробів (літвик, деталей, накладки). Для цього 20 % відходів використовують на змішувачих валяках, змішують з первинним поліетиленом, стабілізаторами, барвниками, після чого проливають через валки.

Слід відзначити, що вміст відходів в суміші з товарним продуктом не повинен перевищувати 20%, в іншому випадку різко погіршується якість одержаних виробів.

Також, слід звернути увагу на використання відходів пластмас у різних композиціях. Розширюється використання полімерних відходів у будівництві [4], зокрема, в таких напрямках:

- 1) в композиціях з традиційними будівельними для модифікації їх властивостей;
- 2) для одержання звукоізоляційних плит і панелей, які використовуються у будівництві;
- 3) для створення термостійких, які застосовуються в будівлях і гідроенергетичних спорудах.

Одним із способів одержання будівельних на основі полімерних відходів є розплавлення відходів поліетилену, поліпропілену, поліестеру, змішування їх із цементом з наступним розливанням у форми і охолодженням. Утворюються високоміцні і стійкі до торіння конструкційні елементи.

Відходи термопластів є відмінними за язучими. В данні час широко використовуються композиції на основі двох груп відходів: поліпропіленових пластмас і відходів дерево-обробної промисловості.

Композиції із висотом відходів поліпропіленових пластмас до 40 % мас. за фізико-механічними показниками перевищують полімер-деревинні матеріали, в яких в якості формальдегідна смола.

Щодо властивостей, то вищезгадані композиції мають більш низьке водопоглинання, більш низьку густина, що є досить суттєвим для конструкційних матеріалів.

Широко застосовуються термічні методи зменшення пластмасових відходів, особливо в тих випадках, коли всі інші методи не можна застосувати.

Умовно їх можна розділити на дві групи:

- 1) термодеструкція пластмас з одержанням твердих, ріжких і газоподібних продуктів;
  - 2) спалювання, яке приводить до утворення газоподібних відходів і золи.
- Термодеструкція можна умовно розділити на:

- 1) неспіваючий терморозклад при порівняно невисоких температурах;
- 2) проліз при високій температурі, який приводить до одержання ріжких і газоподібних продуктів і незначної кількості твердого залишку.

Процес оремків виля пластмас відбувається з утворенням великої кількості вихідних мономерів, які можуть використовуватися в різних. Розділення відходів полімерів на індивідуальні компоненти викликає досить серйозні труднощі, тому розробляються процеси пролізу сумішей відходів пластмас. В результаті пролізу утворюється газ, ріжка та тверда фаза.

Продукти пролізу є не тільки джерелом мономерів для одержання ряду полімерів, але й додатковою нафто-хімічною сировиною для виробництва ароматичних сполук. Із продуктів детрохлорування, які утворюються при пролізі суміші полімерів, що містять полінілітхорид, можна одержати соляну кислоту з чистотою 99 %. Теплота, яка виділяється при спалюванні газоподібних і твердих залишків, використовуються частше за все для обігріву цієї ж установкою пролізу.

В деяких випадках тверді продукти можуть застосовуватися самостійно. Наприклад, із твердих залишків відходів пролізу полінілітхориду можна одержати вуглеводневий матеріал, ацетобіліна емаль якого набагато вища, ніж звичайного актинового вугілля. При сульфурванні висшезгаданого вуглеводневого матеріалу утворюється йонно-обмінні смоли з високою ефективністю. Тверді залишки пролізу можуть застосовуватися як наповнювачі для одержання гумово-технічних виробів.

1. Радомичук В.М., Гомєш М.Д. Тверді відходи: збір. переробка, складання / Назначений посібник. – К.: Колор, 2010. – 552 с.
- Коропець О.А. Переробка отходов полимерных материалов / ТБО 2005. №3 – С. 9-10.
- Томашин А.Д., Писарев Н.В. Переробка вторичних спалюваних відходів / Інженерська Н. Булавацька, 2003 – 917.
- Завєв Г.Е. Добиття в області вторинного використання пластмасових мас (обор) // Пластичне масло, 1985. – №5. – С. 58-61.