

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Серія «Хімічна інженерія, екологія
та ресурсозбереження»

Збірник наукових праць

*Виходить двічі на рік
Заснований у липні 2007 року*

№ 1 (9) – 2012

Київ
НТУУ «КПІ»
2012

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач –
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут».

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 13121-2005 від 11.07.2007.

*Рекомендовано Вченою радою
Національного технічного університету
«Київський політехнічний інститут»
(протокол № 5 від 14.05.2012)*

Фахова реєстрація у ВАК України: постанова президії від 14.10.2009 № 1-05/4.
Галузь науки: технічні науки.

Мови видання: українська, російська, англійська.

Головний редактор: Панов Євген Миколайович, доктор технічних наук.
Заступник головного редактора: Жученко Анатолій Іванович, доктор технічних наук.
Відповідальний секретар: Рябцев Геннадій Леонідович, кандидат технічних наук.

Члени редакційної колегії: Ануфрієв В. О., канд. техн. наук; Бондаренко Б. І., акад. НАН України; Гавва О. М., д-р техн. наук; Гондляр О. В., д-р техн. наук; Гомеля М. Д., д-р техн. наук; Кваско М. З., канд. техн. наук; Луговський О. Ф., д-р техн. наук; Корнієнко Я. М., д-р техн. наук; Марчевський В. М., канд. техн. наук; Мікульонок І. О., д-р техн. наук; Назаренко І. І., д-р техн. наук; Петухов А. Д., д-р техн. наук; Півень О. Н., д-р техн. наук; Радовенчик В. М., д-р техн. наук; Сахаров О. С., д-р техн. наук; Свідерський В. А., д-р техн. наук; Сівецький В. І., канд. техн. наук; Сідоров Д. Е., канд. техн. наук; Снежкін Ю. Ф., член-кор. НАН України; Ставська С. С., д-р біол. наук; Сухенко Ю. Г., д-р техн. наук; Черв'яков Ю. М., канд. техн. наук; Яхно О. М., д-р техн. наук.

Технічний секретар редакції: Носачова Юлія Вікторівна, кандидат технічних наук.

Адреса редакції й видавця: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
просп. Перемоги, 37, корп. 19, м. Київ, Україна, 03056.
Тел.: +380 (50) 357-20-40.
E-mail: rgl2006@ukr.net.

Надруковано: Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
вул. Політехнічна, 35, м. Київ, 03056.
Тел./факс: +380 (44) 486-55-15.
www.printc.com.ua. E-mail: printc@ukr.net.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1665 від 28.01.2004.

ЗМІСТ

ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Шаповал А. А., Панов Є. М., Скрипка К. І., Сауліна Ю. В., Шаповал Арт. А. Вплив умов приєднання пористих структур до суцільних поверхонь на двофазний теплообмін і контактний термічний опір	5
Корнієнко Я. М., Гатілов К. О., Кравчук М. А., Мартинюк О. В., Косянчук В. О. Одержання гуміново-мінеральних твердих композитів із домішками екстракту торфу	9
Антоненко Л. П., Демишок Т. І. Використання нанопорошку алмазу у виробництві електроізоляційного паперу	12
Корнієнко Б. Я. Динаміка зневоднення та гранулювання у псевдозрідженому шарі	15
Лебедєв В. Є., Щербань Г. І. Вимірювання зворотної електрорушійної сили та загального опору алюмінієвого електролізера	20
Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Розділення систем вода – олія за допомогою матеріалів із капілярними властивостями	24
Швед М. П., Швед Д. М., Петренко О. В. Використання каскадних схем і дозуючих шестеренних насосів в екструзії полімерів	28
Войцеховська Є. М., Рудакова В. А., Швед Д. М., Лукашова В. В. Визначення геометрії щілини формувальної головки в екструзії пінополімерів	30
Марчевський В. М., Улітько Р. М., Галстян А. С. Дегідратація кристалічного бішофіту	34
Герич О. С., Ракицький В. Л., Собченко В. В. Застосування пористих заповнювачів для бетону	36
Городніченко Є. С., Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О., Зубрій О. Г. Тепломасообмін під час сушіння термолабільних капілярно-пористих тіл	40
Марчевський В. М., Новохат О. А. Кінетика інфрачервоного нагрівання й сушіння паперу	44
Марчевський В. М., Котляр К. М. Кінетика біогазового процесу	46
Степанюк А. Р., Кучеренко І. В., Карпенко О. П. Вилучення гуміновмісних речовин з торфу	48
Сімороз Д. О., Степанюк А. Р., Петрова Ж. О. Сушіння морквяно-квасоляного харчового порошку	50
Колосов О. Є., Сівецький В. І., Сахаров О. С., Сідоров Д. Е. Фізико-хімічні аспекти модифікації епоксидних полімерів дисперсними й неперервними волокнистими наповнювачами	52
Сахаров О. С., Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Кушнір М. С., Коваленко К. Г., Бех С. В. Змішування розплавів термопластів у коаксіальному зазорі	57
Сахаров О. С., Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Кушнір М. С., Івіцький І. І., Олексішен В. О. Моделювання плавлення полімеру в каналі черв'ячного екструдера	60
Сахаров О. С., Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Кушнір М. С., Івіцький І. І., Олексішен В. О. Дослідження плавлення полімеру в каналі черв'ячного екструдера	63
ЕКОЛОГІЯ	
Терещенко О. М., Макаренко І. М. Дезактивація води природними й модифікованими сорбентами	67

Хохотва О. П., Тернова С. В. Видалення йонів міді (II) сорбентом із тирси липи	72
Панов Е. Н., Шилович И. Л., Иваненко Е. И., Буряк В. В. Определение состава газовых выбросов обжиговых печей при производстве электродов	75
Ищенко В. А. Дослідження циклу утилізації пластикових виробів	77
Пирський О. А., Колунаєв Є. В. Вплив полігонів твердих побутових відходів на стан поверхневих вод	80
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	
Барбаш В. А., Дейкун І. М., Когутенко Н. А. Одержання й використання волокнистих напівфабрикатів із сорго багаторічного	83
Антоненко Л. П., Задніпрянець Ю. М. Використання модифікованого крохмалю в целюлозно-паперовій промисловості	87
Мовчанюк О. М. Підвищення якості паперу та картону з макулатури шляхом використання волокна з відходів асептичного пакування	91
Черьопкіна Р. І., Кушмітько О. В., Черняк А. М. Нейтрально-сульфідна делігніфікація соломи ріпаку	94
Колосов О. Є., Мікульонюк І. О., Пристайлов С. О., Сівецький В. І., Черниш І. А. Подрібнення та девулканізація гумовмісних відходів	97
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	
Коржик М. В. Алгоритм керування піччю графітації в нештатному режимі	101
Дубік Р. М., Ладієва Л. Р. Керування контактною мембранною дистиляцією з використанням μ -синтезу	106
Кваско М. З., Жураковський Я. Ю., Чегринець К. І., Носов А. О. Розрахунок динамічних властивостей двоконтурної дискретної системи керування випарною установкою	111
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	115

к образованию СО в смеси газов, является окисление засыпки воздухом или парами воды. При этом, учитывая снижение массы засыпки за весь цикл термообработки, масса окисленного углерода $m_y = m_{зас}(w_4/100) = 50 \cdot 0,06 = 3,0$ т.

Тогда масса образовавшегося оксида углерода $m''_{CO} = m_y M_{CO} / M_C = 3 \cdot 28 / 12 = 7,0$ т. Это приведет к повышению концентрации СО на $[CO]_4 = m''_{CO} \cdot 10^6 / V = 7000 \cdot 10^6 / 2408060 = 2907$ мг/м³.

Вероятно, что часть образовавшегося СО будет окисляться кислородом до СО₂. Поэтому объяснить существующий реально в смеси уровень концентраций СО только окислением засыпки нельзя. Можно предположить, что СО в отходящих газах образуется как за счет частичного окисления засыпки, так и за счет дегазации пека в заготовках с выбросом непосредственно СО и микрокристаллов графита со смолистыми веществами.

Выводы и пути дальнейших исследований

Проведенная оценка влияния компонентов электродных заготовок и пересыпки на образование смолистых веществ и СО в газовых выбросах не позволяет сделать окончательный вывод о химических процессах, приводящих к образованию СО, и предложить реальные пути для уменьшения его выброса. Актуальной представляется оценка влияния температурного режима и кинетических факторов на содержание СО в отходящих газах.

Список использованной литературы

1. Денисов, С. И. Улавливание и утилизация пылей и газов [Текст] : учеб. пособ. / С. И. Денисов. – М. : Металлургия, 1991. – 320 с.
2. Левченко, П. В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности [Текст] / П. В. Левченко. – М. : Высш. шк., 1968. – 363 с.
3. Фиалков, А. С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе [Текст] / А. С. Фиалков. – М. : Аспект-пресс, 1997. – 717 с.

The estimation of influence of components of electrode preparations and overfilling on formation of resinous substances and charcoal gas in gas emissions of roasting furnaces is carried out by manufacture of electrodes.

Key words: *electrode, roasting, charcoal gas, gas emissions, pitch.*

Надійшла до редакції 15.03.2012

УДК 504.064.4 : 658.567.3

**ИЩЕНКО В. А., к.т.н., доц.
Вінницький національний технічний університет**

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛУ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ

Розглянуто основні способи утилізації найпоширеніших пластикових виробів, які використовують в Україні, із прив'язкою до підприємств, що займаються їх переробленням. Проаналізовано шляхи підвищення ефективності утилізації.

Ключові слова: *пластикові вироби, утилізація, PET-пляшки, поліетилен, полістирол.*

Постановка проблеми

Людина швидко звикає до комфорту. Одним із таких комфортних явищ у нашому житті стали пластикові вироби, без яких важко уявити сьогоденний побут. Спочатку в пластику бачили дешеву альтернативу іншим ресурсам, таким він залишається і зараз – саме тому пластик завоював ринок. Однак, це спричинило іншу проблему – забруднення довкілля пластиковими відходами, масштаби якого стають все більш загрозливими, тому що пластик розкладається протягом сотень років. Оскільки відмовитись від пластикових виробів сьогодні – справа нереальна, залишається єдиний шлях – їхня утилізація, в основному завдяки переробленню й повторному використанню.

© Іщенко В. А., 2012

Аналіз попередніх досліджень

В українському науковому просторі наявна значна кількість робіт, присвячена переробленню відходів пластику [1–4]. Однак вони розглядають питання утилізації пластикових (полімерних) відходів в загальному, без акценту на українські реалії та потенціал нашої держави в цій галузі. Окрім цього, як правило, наукові дослідження обмежуються процесами перероблення й не враховують повного циклу утилізації, що не дає змогу комплексно оцінити сучасний стан поводження з пластиковими виробами в Україні після їх використання.

Метою статті є аналіз існуючих способів переробки відходів пластику на українських підприємствах та вироблення рекомендацій для підвищення їх ефективності.

Виклад основного матеріалу

В Україні щороку використовується в середньому 15 кг пластику на одну людину [5], що в сумі дає більше 600 тис. т, які після нетривалого використання стають відходами. Більша частка цих відходів потрапляє на звалища і забруднює навколишнє середовище. І хоча в цілому утилізація пластикових виробів є екологічно та економічно доцільною, в Україні переробляється дуже незначна частка таких відходів.

При цьому слід враховувати, що пластикові вироби виготовляють із різних полімерів, і, відповідно, потребують різних способів утилізації. Більше того, способи, придатні для утилізації одних полімерів, можуть бути неприйнятними для інших.

Якщо розглянути ринок виробів із пластику в Україні, то найпоширенішими є пляшки для прохолодних напоїв (PET-пляшки). Їх виготовляють із поліетилентерефталату. Одним зі способів утилізації цього та інших видів пластику є спалювання, однак не будемо детально зупинятися на цьому способі, оскільки він не є екологічно виправданим у більшості ситуацій (хоча деякі інші пластикові відходи слід тільки спалювати – наприклад, медичні шприци). Тому звернемось до інших способів – механічних, фізико-хімічних і хімічних, що доповнюють один одного.

Механічний спосіб полягає у подрібненні пляшок на спеціальних установках із подальшою грануляцією практично без зміни їх фізико-хімічних властивостей. Утворений гранулят далі може використовуватися для виготовлення пластикових виробів. В Україні є декілька великих підприємств, що займаються подрібненням PET-пляшок («ГалПЕТ», м. Львів; «Оболонь», м. Київ; «Аллпласт», м. Київ; «ІНТЕР-ПЕТ», м. Запоріжжя), решта ж – переважно невеликі приватні підприємства, внесок яких є незначним, а діяльність локалізована. Сьогодні в Україні щорічно подрібнюють до 10 тис. т PET-пляшок, хоч утворюється близько 100 тис. т [5]. Окрім цього гранулят зазвичай спрямовується за кордон, оскільки ціни на цю сировину в Європі значно вищі, тоді як споживачів на внутрішньому ринку є небагато.

Слід зазначити, що найбільш поширені лінії подрібнення PET-пляшок здатні переробляти лише незабруднені пляшки. Отже відходи потрібно сортувати. А оскільки в Україні роздільний збір відходів не організовано, сировина для ефективної роботи ліній подрібнення PET-пляшок відсутня. До того ж, перед подрібненням пляшок все одно слід переконатися в тому, що подрібнюється саме PET, а не інший вид пластику. Це потребує встановлення дорогого обладнання для фізико-хімічного аналізу.

Із фізико-хімічних і хімічних способів утилізації PET, можна виділити деструкцію відходів із метою одержання мономерів (деполімеризація), придатних для виготовлення волокна і плівки; повторне плавлення відходів для одержання виробів литтям під тиском; піроліз (термічне оброблення без доступу кисню за температури 350...550 °C), переосадження з розчинів для одержання порошку для покриттів; хімічне перероблення (гідроліз, гліколіз чи метаноліз) для одержання вихідних речовин (диметилфталату, терефталевої кислоти, етиленгліколю) і використання їх як сировини для поліконденсації чи як добавки до первинних матеріалів [1]. Із зазначених способів в Україні використовують лише повторне плавлення відходів для одержання виробів литтям під тиском – великими підприємствами для одержання преформ. Хімічні способи не застосовують через економічну недоцільність, пов'язану з фактичною відсутністю потреби українських підприємств у продуктах хімічного перероблення PET.

Утилізація була б ефективнішою, якби в Україні працювали виробництва, на яких можна було б використати продукти перероблення PET. Тому навіть наявність механічного чи фізико-хімічного перероблення PET, якщо ними закінчується діяльність підприємства, не можна вважати завершеним циклом утилізації. Необхідним є подальше виробництво готової продукції з такого «напівфабрикату». Але підприємства, що переробляють відходи в готові вироби, в Україні майже відсутні – «Мусон-Мегапласт», м. Севастополь (виробництво пластикових горщиків для вазонів), «Оболонь» (виробництво бандажної стрічки) і декілька невеликих виробників. Причиною є те, що процес повної утилізації передбачає термічне

оброблення, після якого PET може втратити свої властивості. Тому потрібні технології, недоступні для більшості українських підприємств.

Сьогодні широко використовують також одно- й багаторазові пакети з поліетилену низької (переважна більшість) й високої густини або комбіновані. Із цих полімерів виробляють також пакування для харчових продуктів, труби, плівки, пляшки, іграшки. В Україні поліетиленові відходи переробляє чимало підприємств, зокрема ТОВ «ДПА», м. Донецьк (лише поліетилен низької густини); ТОВ «Жерок-Альфа», м. Житомир; «Агротехмаш», м. Хмельницький; ВАТ «Електромашкомплект», с. Нове Залісся Київської обл.; «Політор», м. Київ; ЗАТ «Здолбунівський завод пластмасових виробів «Іскра», м. Здолбунів Рівненської обл. На відміну від переробників PET-пляшок, певна частина переробників поліетилену має повний цикл утилізації, тобто виготовляє з відходів готову продукцію (труби, плівки, тару, контейнери тощо). Але для більшості підприємств все ж характерний неповний цикл перероблення. Так, на ТОВ «ДПА» поліетиленові відходи подрібнюють, очищують, агломерують, одержуючи вторинний полімерний гранулят. На ТОВ «Жерок-Альфа» з відходів поліетилену виготовляють черепицю й плитку, на ВАТ «Електромашкомплект» із вторинного поліетилену виготовляють труби. До недавнього часу повний цикл переробки поліетилену мало ВАТ «Політор» (м. Красноперекопськ, АР Крим), на якому з поліетиленових відходів виробляли труби й плівку. Але сьогодні завод не працює.

Останнім часом все більшого розмаху набуває забруднення довкілля одноразовим посудом, що виробляють переважно з полістиролу. Переробити його досить складно, тому вартість вторинного полістиролу майже не відрізняється від первинного. Після попереднього подрібнення полістирол доцільно переробляти литтям під тиском, коли відбувається повна пластифікація й гомогенізація полімеру [2], пневмоформуванням, а також екструзією. Відходи одноразового посуду в Україні переробляють лише декілька підприємств, найбільшими серед яких є «Бровари-Вторма», м. Бровари Київської обл.; ТОВ «СеонгУ-кртрейд», м. Донецьк тощо, де перероблення полягає лише в очищенні й подрібненні полістиролу.

Висновки

Повний цикл перероблення й повторного використання відходів пластику в Україні існує лише фрагментарно. У цілому переробники відходів орієнтуються на закупівлю сировини у підприємств, що виробляють пластикову продукцію, оскільки це є надійним джерелом поставок. Більшість пластикових відходів «осідає» на звалищах чи спалюється.

Слід відзначити й обмеженість у виборі способів утилізації, зацикленість на фізичних методах, що є найдешевшими, але не дають змоги отримати найбільшу користь.

Відсутня чітка стратегія утилізації відходів. Складнощі створює і відсутність їх роздільного збирання, що суттєво збільшує вартість сортування та очищення відходів пластику. Перероблення відходів пластику в Україні є майже вдвічі дорожчою, аніж у країнах Європейського Союзу. Отже, налагодивши процес збирання, можна очікувати й поживалення на ринку перероблення пластику.

Список використаної літератури

1. Сирохман, І. В. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари [Текст] : підруч. / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К. : ЦНЛ, 2005. – 614 с.
2. Мікульонок, І. О. Основні методи і шляхи використання полімервмісних відходів [Текст] / І. О. Мікульонок, Г. Л. Рябцев // Наук. вісті НТУУ «КПІ». – 2001. – № 2. – С. 135-147.
3. Шеваленко, Н. В. Нові технології переробки полімерних відходів та використаної тари [Текст] / Н. В. Шеваленко, Д. Ю. Кіптик, О. В. Макушинський // Хім. пром-ть України. – 2005. – № 5. – С. 57-61.
4. Мандзюк, І. А. Технології рециклінгу полімервмісних відходів [Текст] / І. А. Мандзюк // Хім. пром-ть України. – 2006. – № 4. – С. 14-21.
5. Волошин, В. С. Особенности отхообразования при использовании тарно-упаковочных, расходных материалов и предметов одноразового применения [Текст] / В. С. Волошин // Экология и пром-ть. – 2010. – № 3. – С. 91-95.

Main methods of utilization of most usable plastic products which are used in Ukraine are considered with connecting to plants that deal with such a recycling. Possible ways of rising of efficiency of plastic waste utilization are analyzed.

Keywords: plastic products, utilization, PET-bottles, polyethylene, polystyrene.

Надійшла до редакції 15.04.2012