

MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA POLIETILENTEREFTALAT ISHLAB CHIQRISHNI TASHKIL ETISH

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich

t.f.d., professor, Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti

Karimov Mas'ud Ubaydulla o'g'li

t.f.d., professor, Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti

To'rayev Erkin Rustamovich

t.f.d., katta ilmiy xodim, Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti

Bekmurodov Azamat Alisher o'g'li

Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti

E-mail: azamatbekmurodov26@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20022221>

Annotatsiya: Polietilentereftalat (PET) o'zining ajoyib fizik va kimyoviy xususiyatlari tufayli turli sohalarda keng qo'llaniladigan polimerdir. Bundan tashqari, PET mahsulotlaridan tobora ko'proq foydalanish chiqindilarni boshqarishda global inqirozga olib keldi, chunki mahsulotlarni noto'g'ri yo'q qilish atrof-muhitga jiddiy zarar yetkazdi. PET chiqindixonalarda to'plangan chiqindilarning asosiy manbai bo'lib, bu muammoni hal qilish uchun qayta ishlash usullari rivojlandi. Shu munosabat bilan ushbu sharhda PETni qayta ishlash bilan bog'liq turli usullar ko'rib chiqiladi. An'anaviy qayta ishlash usullari va turli depolimerizatsiya reaksiyasi o'zgaruvchilarining ta'siri muhokama qilindi hamda har bir usulning ijobiy va salbiy tomonlari ko'rib chiqildi.

Kalit so'zlar: plastik butilkalar, polietilentereftalat, gidroliz jarayoni, etilenglikol, quyi molekulyar spirtlar.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Бекназаров Хасан Сойибназарович

доктор технических наук, профессор, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

Каримов Масъуд Убайдулла угли

доктор технических наук, профессор, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

Тураев Эркин Рустамович

доктор технических наук, старший научный сотрудник, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

Бекмuroдов Азамат Алишер угли

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

E-mail: azamatbekmurodov26@gmail.com

Аннотация: Полиэтилентерефталат (ПЭТ) — это полимер, широко применяемый в различных областях благодаря своим превосходным физическим и химическим свойствам. Наряду с этим всё более широкое использование продукции из ПЭТ привело к глобальному кризису в сфере обращения с отходами, поскольку неправильная утилизация изделий нанесла серьёзный ущерб окружающей среде. ПЭТ является основным источником отходов, скапливающихся на свалках, и для решения этой проблемы были разработаны

методы его переработки. В связи с этим в данном обзоре рассматриваются различные подходы к переработке ПЭТ. Обсуждаются традиционные методы переработки и влияние различных параметров реакции деполимеризации, а также анализируются преимущества и недостатки каждого метода.

Ключевые слова: пластиковые бутылки, полиэтилентерефталат, процесс гидролиза, этиленгликоль, низкомолекулярные спирты.

ORGANIZATION OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE PRODUCTION BASED ON LOCAL RAW MATERIALS

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Research Institute of Chemical Technology

Karimov Mas'ud Ubaydulla ugli

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Research Institute of Chemical Technology

To'rayev Erkin Rustamovich

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology

Bekmurodov Azamat Alisher ugli

Tashkent Research Institute of Chemical Technology

E-mail: azamatbekmurodov26@gmail.com

Abstract: Polyethylene terephthalate (PET) is a polymer widely used in various fields due to its excellent physical and chemical properties. However, the ever-increasing use of PET products has led to a global waste management crisis, as the improper disposal of these items has caused serious environmental damage. PET is a primary source of waste accumulating in landfills, and methods for its recycling have been developed to address this problem. Accordingly, this review examines various approaches to PET recycling. It discusses traditional recycling methods and the influence of various depolymerization reaction parameters, as well as analyzes the advantages and disadvantages of each method.

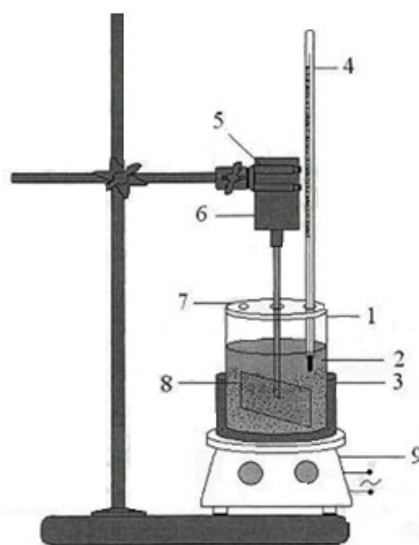
Keywords: plastic bottles, polyethylene terephthalate, hydrolysis process, ethylene glycol, low-molecular-weight alcohols.

KIRISH

Chiqindilarni kimyoviy qayta ishlash muammosi plastik butilkalar qoldiqlari va boshqa axlatlar bilan jiddiy ifloslangan barcha mamlakatlar uchun o'ta dolzarbdir. Chiqindilarni kimyoviy qayta ishlash depolimerizatsiya, ya'ni polimer chiqindilaridan dastlabki monomerlar hamda boshqa quyi molekulyar yoki oligomer mahsulotlarni olish demakdir. Xorijda bunday texnologiya ancha vaqtdan beri muvaffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda. Bu texnologiya iqtisodiy jihatdan samarasiz, deb hisoblanadi. Sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan sintetik yuqori molekulyar birikmalarning keng turlari orasida poliefirlar eng keng tarqalgan hisoblanadi. Ushbu sinfnig eng muhim vakili polietilentereftalat (PETF) bo'lib, u asosan tola va plyonkalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Tahlillarga ko'ra [1], 2000-2015-yillar oralig'ida polietilentereftalat asosidagi tolaning iste'mol hajmi paxtanikidan oshib ketadi.

(PETF) va polibutilentereftalat (PBTF) bo'lib, boshqa gomo- va sopoliefirlar esa keng qo'llanmaydi. Bunday poliefirlar qatoriga to'qimagan materiallarda qo'llanadigan izohtal kislotasi asosidagi amorf sopoliefirlar hamda siklogeksandimetanol va uning toza tereftal kislotasi bilan etilenglikol sopoliefirlari asosidagi yuqori haroratda eriydigan gomopoliefirlar kiradi. So'nggi vaqtlarda tolalar va qadoqlash materiallari uchun ikkita yangi murakkab poliefir: politrimetilentereftalat va polietilennaftalat joriy qilindi. Shunga qaramay, bugungi kunda PETF iqtisodiy jihatdan eng samarali va keng qo'llanadigan poliefir bo'lib, jahondagi umumiy poliefir iste'molining qariyb 95 foizini tashkil etadi. Shu bois, ushbu ishni aynan PETFni qayta ishlashga yo'naltirish maqsadga muvofiqdir.

Vazifalarga qarab, gidroliz jarayonini o'tkazishning bir nechta usulidan foydalanildi. PETF va boshqa murakkab efirlar gidrolizining kinetik qonuniyatlarini o'rganish uchun 1-rasmda ko'rsatilgan qurilma ishlatildi.



1-rasm. Shisha munchoqlar yordamida PETF va boshqa murakkab efirlarni asosiy gidrolizlash qurilmasining sxemasi: 1 - shisha reaktor; 2- shisha munchoqli reaksiya aralashmasi; 3 - suv hammomi; 4 - termometr; 5 - shtativ panjasi; 6 - elektr dvigatel; 7 - termometr va namuna olish uchun teshiklari bo'lgan qopqoq; 8 - kurakli aralashtirgich; 9 - elektr plita.

Qurilma (1-rasm) shisha reaktor (1) dan iborat bo'lib, u shtativ panjasi (5) bilan mahkamlangan 750 Vt quvvatli elektr dvigatel (6) yordamida harakatga keltiriladigan, daqiqasiga 1750 marta aylanuvchi parrakli mexanik aralashtirgich (8), termometr uchun teshikli qopqoq (4) va namuna olish teshigi (7) bilan jihozlangan. Qurilma, shuningdek, elektr plitka (9) yordamida qizdiriladigan suyuqlik vannasi (3) bilan ta'minlangan.

Polietilentereftalat gidrolizi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Shisha munchoqlar solingan shisha reaktorga hisoblab olingan miqdordagi distillangan suv va ishqor kiritiladi. Zaruratga ko'ra, reaksiya massasiga etilenglikol yoki quyi molekulyar spirtlar qo'shiladi. Mexanik aralashtirish va isitish yoqilib, reaktor ichidagi massaning harorati belgilangan darajaga yetkaziladi. Shundan so'ng, ishqorga ekvivalent miqdorda, oldindan kukun holiga keltirilgan ($0 < 0,25$ mm) polimer qo'shiladi. Jarayon davomida namunalar olib turilib, ishqorning konversiyasi 95% va undan yuqori darajaga yetguncha davom ettiriladi. Tadqiqotlar uchun nafaqat toza PETF maydasi, balki PETF chiqindilari (idishlar) ham olindi. Ular oldindan eritilib, so'ngra suyuqlanma

sovuq suvga quyish orqali sovutiladi. Tajriba yakunlangach, reaksiya aralashmasi komponentlarga ajratiladi. Ajratish usuli murakkab efining tabiatiga bog'liq bo'ladi. Polietilentereftalat misolida, ishqor zaruriy aylanish darajasiga yetgach, aralastirish va qizdirish yana 5–10 daqiqa davom ettiriladi. Shundan so'ng, aralastirishni to'xtatmagan holda, reaksiya aralashmasiga (reaksiyaga kirishmagan polimer va tereftal kislota tuzi suspenziyasiga) tereftal kislota tuzini suspenziyadan eritmaga o'tkazish uchun oldindan ishchi haroratgacha yoki undan biroz yuqoriroq qizdirilgan distillangan suvning hisoblangan miqdori qo'shiladi. Eritma donachalar va reaksiyaga kirishmagan polimerdan ajratib olinadi va qayta ishlashga yuboriladi. Qolgan polimer esa takroriy jarayonga yuklash uchun qaytariladi.

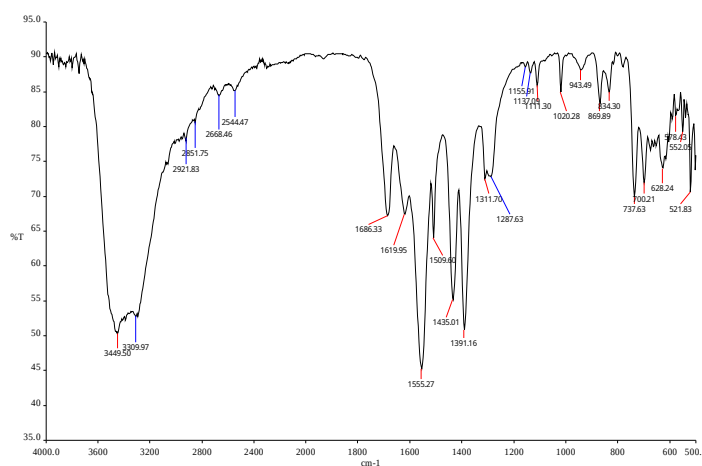
Tarkibida tereftal kislota tuzi (masalan, natriy tereftalat), ishqor va etilenglikol bo'lgan eritmaga asos qoldiqlarini neytrallash hamda suvda deyarli erimaydigan tereftal kislotani cho'ktirish uchun mineral kislota eritmasi qo'shiladi (2.1):



Cho'kmaga tushgan tereftal kislotasi filtrlab olinadi, filtrat esa etilenglikolni ajratib olish uchun past bosim ostida haydaladi.

NATIJALAR

Olingan mahsulotning tuzilishi IQ spektroskopiyasi bilan o'rganildi.



3-rasm. Tereftal kislotasining IQ-spektri

MUHOKAMA

Tereftal kislotaning IQ-spektrida (3-rasm) 2979-2552 sm^{-1} da $\text{CH}_3\text{-CH}_2$ guruhining yutilish sohasidagi tebranishlariga mos keladi. Olingan moddani eng muhim guruhlar 2824–2666 sm^{-1} chastotasida COOH yutilish sohasidagi tebranishlari chastotasi va 1019 sm^{-1} oralig'ida aromatik guruhning erkin egilish tebranishlariga tegishli bo'lgan chiziqlar mavjud, shuningdek, 1574 sm^{-1} tebranishlarda, tor cho'qqi bog' aloqasining kuchayishi bilan yuqori chastotalarga o'tadi. ($-\text{CH}_2-$) guruhlariga mansub chiziqlar 2979 va 1425 sm^{-1} oralig'ida o'zgarib turadi. Karboksil guruhining cho'zilish tebranishlari ($-\text{COOH}$) 2979 sm^{-1} da asimmetrik valent tebranishlari bilan bog'liq bo'lganlar esa 1287 va 1425 sm^{-1} oralig'ida tor ammo intensiv holda ifodalanadi. 1684 - 1697 sm^{-1} yutilish sohasidagi chiziqlar mos ravishda guruhlarining

tebranishlariga bog'liq ($-C=O$). Karboksil guruhlariga tegishli xarakterli chiziqlar 1113 cm^{-1} va 1136 cm^{-1} mintaqasida paydo bo'ladi.

XULOSA

PET gidrolizini o'rganish jarayonida jarayon tezligini boshqaruvchi quyidagi omillar aniqlandi: polimerning disperslik darajasi, harorat, bisser miqdori hamda ishqorning ortiqcha yoki kamligi. Gidroliz jarayonining tezligi, shuningdek, tereftal kislota tuzlari va metall kationining gidroksiddagi eruvchanligiga ham bog'liq. Jarayonning diffuziya bilan boshqarilishi va asos sarflanishining kinetik egri chiziqlari uchta sohaga ega ekanligi aniqlandi. Jarayonning texnologik ko'rsatkichlarini yaxshilash bo'yicha bir qator texnologik usullar taklif etildi. Sulfat kislotadan katalizator sifatida foydalanishning optimal shartlari quyidagicha ekanligi aniqlandi: dastlabki moddalar -tereftal kislota va metanolning og'irlik nisbati 1:12; katalizator miqdori - dastlabki moddalar og'irligining 2,0 foizi; reaksiya o'tkazish harorati - 70°C .

Adabiyotlar

1. Swift D. In a year of adversity, cold Europe be flooded with PET/ PCI, 15th GEPET, Dubrovnik, May 2014.
2. Mohajan HK Polietilen Tereftalat (PET): Ishlab chiqarish, iste'mol qilish va qayta ishlashga umumiy nuqtai nazar //Art Soc. 2025. T. 4. T. 30-35.
3. Финкельштейн, Б.Л. //Сравнительный анализ эффекта среды на щелочной гидролиз сложных эфиров карбоновых кислот // Б.Л. Финкельштейн, Г.Д. Елисеева, Б.Н. Баженов // Ж. орг. химии, 1985.Т. XXI, №9. С. 1858-1862.
4. Kosmidis, V.A. Poly (ethylene terephthalate) Recycling and Recovery of Pure Terephthalic Acid. Kinetics of a Phase Transfer Catalyzed Alkaline Hydrolysis / Vassilis A. Kosmidis, Dimitris S. Achilias and George P. Karayannidis // Macromolecular Materials and Engineering, 2001. № 286 (10). P.640-647.