POLIETILENTEREFTALAT ISHLAB CHIQARISH JARAYONIGA KARBOKSIL SONINING TA'SIRI

Haydarov Axtam Amonovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: axtam-xaydarov@mail.ru
Rayimov Zuhriddin Xayriddin o'gli
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: zuhriddinrayimov0@gmail.com
Azimov Tolib To'lqinovich
Buxoro davlat texnika universiteti tadqiqotchisi,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: tolibazimov01@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada polietilentereftalat ishlab chiqarish jarayonida karboksil sonining ahamiyati va uni nazorat qilish masalalari yoritilgan. Karboksil soni polimer makromolekulalarining zanjir uzunligi, molekulyar massasi hamda yakuniy mahsulotning fizik-mexanik xossalarini belgilovchi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonida karboksil sonining me'yoriy darajada saqlanishi polikondensatsiya va eterifikatsiya reaksiyalarining samarali borishini ta'minlaydi. Shuningdek, maqolada karboksil sonini rostlash usullari, texnologik parametrlar hamda ularning xomashyo sifatiga ta'siri haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Polietilentereftalat (PETF), etilen glikol (EG), TFK (tereftal kislota), karboksil guruhi, poliefir makromolekulalari, makromolekulaning gidrolizlanishi, karboksil soni, eterifikator, polikondensator, bir asosli kislotalar, gidroksietil guruhi, keltirilgan karboksil soni (KKC).

Аннотация: В этой статье рассматривается значение карбоксильного числа и вопросы его контроля в процессе производства полиэтилентерефталата. Карбоксильное число-важный показатель, определяющий длину цепи, молекулярную массу макромолекул полимера, а также физико-механические свойства конечного продукта. Поддержание карбоксильного числа на нормативном уровне в процессе производства обеспечивает эффективное протекание реакций поликонденсации и этерификации. Также в статье представлена информация о методах регулировки карбоксильного числа, технологических параметрах и их влиянии на качество сырья.Также в статье представлена информация о методах регулировки карбоксильного числа, технологических параметрах и их влиянии на качество сырья.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: полиэтилентерефталат (petf), этиленгликоль (EG), TFK (терефталевая кислота), карбоксильная группа, макромолекулы полиэфира, гидролиз макромс).

Annotation: this article covers the importance of carboxyl number in the production process of polyethylenterephthalate and the issues of its control. The carboxyl number is an important indicator that determines the chain length, molecular mass of polymer macromolecules, as well as the physical and mechanical properties of the final product. The normative maintenance of the carboxyl number during the production process ensures the effective course of polycondensation and etherification reactions. The article also provides information on methods for adjusting the carboxyl number, technological parameters and their impact on the quality of raw materials.The article also provides information on methods for adjusting the carboxyl number, technological parameters and their impact on the quality of raw materials.

Keywords: Polyethylenterephthalate (PETF), ethylene glycol (EG), TFK (terephthalic acid), carboxyl group, polyephyriC).

Kirish

Polietilentereftalat — sintetik polimerlar orasida eng keng tarqalgan va iqtisodiy jihatdan muhim materiallardan biridir. U termoplast xossalari, yuqori mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi hamda shaffofligi bilan ajralib turadi. Bugungi kunda PETF tolalar, plyonkalar, idishlar va turli qadoqlash materiallari ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi.

PETF ishlab chiqarish jarayoni tereftal kislotani yoki uning dimetil efirini etilen glikol bilan polikondensatsiyalash asosida olib boriladi. Jarayonning asosiy bosqichlari — eterifikatsiya, polikondensatsiya va keyingi termik ishlov berish bosqichlaridan iborat.

PETF ishlab chiqarishda jarayonning barcha bosqichlarida karboksil sonini nazorat qilish katta ahamiyatga ega. Karboksil soni poliefirdagi karboksil guruhlarining kontsentratsiyasini belgilaydi va mg–ekv/kg da o‘lchanadi.

Karboksil guruhi etilen glikol, tereftal kislota diglikol efiri yoki uchida gidroksil guruhi bo‘lgan oligomerlar bilan eterifikatsiya reaksiyasiga kirishish orqali poliefir makromolekulasi zanjirini uzaytirishi mumkin. Bunday holda karboksil guruhlari konsentratsiyasi, ya’ni karboksil soni kamayadi.

Poliefir zanjirlarining uzayishi polikondensatsiya reaksiyasi hisobiga ham sodir bo‘ladi, bunda etilen glikol ajralib chiqadi. Ammo bu reaksiya karboksil sonini o‘zgartirmaydi, chunki unda karboksil guruhlari ishtirok etmaydi.

Etilen glikol va suv poliefir zanjirlarini parchalash qobiliyatiga ega. Ularni eritma massasidan olib tashlash polikondensatsiya darajasining va poliefirning molekulyar massasining ortishiga yordam beradi. Karboksil sonining belgilangan

ISSN 3030-3907

chegaralarda saqlanishi jarayonni bosqichma-bosqich tartibga soladi va zarur sifatdagi poliefir olish imkonini beradi.

Eterifikatsiya bosqichida karboksil soni yordamida reaksiyaning kechish chuqurligi kuzatib boriladi. Eterifikatordan chiqishda karboksil sonining optimal qiymati 900–1200 mg–ekv/kg oraliqda bo‘lishi lozim. Jarayonni shu oraliqda ushlab turish orqali polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmagan oligomerlarni o‘z ichiga olgan eterifikat olish mumkin.

Agar karboksil soni optimal 900–1200 mg–ekv/kg qiymatdan past bo‘lsa, diglikol efirining oligomerlanish reaksiyasi ustunlik qila boshlaydi. Bu esa nomaqbul jarayon bo‘lib, polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmasligi kerak, chunki bu keng fraksiyali oligomerlarning hosil bo‘lishiga olib keladi.

Keng fraksiyali oligomerlar reaksiya massasining apparatda aylanishini qiyinlashtiradi, issiqlik almashinish quvurlarida va massa harakati sekinlashgan joylarda cho‘kma to‘planadi. Natijada bu joylarda poliefirning termik destruksiyasi boshlanadi, bu esa maxsulot sifatining yo‘qolishiga va oxir-oqibatda qurilmani ta’mirlash uchun to‘xtatishga sabab bo‘ladi.

Karboksil soni 1200 mg–ekv/kg dan yuqori bo‘lganda eterifikatordagi reaksiya zarur chuqurlikka yetmaydi va reaksiya aralashmasi oldindan polikondensatorga o‘tganda eterifikatsiya davom etadi. Natijada hosil bo‘ladigan reaksion suv surma va etilen glikol (EG) katalitik kompleksini gidrolizlaydi hamda poliefir makromolekulalarini qisqa zanjirlarga ajratadi.

Karboksil guruhi doimo makromolekula zanjirining oxirida joylashgan bo‘ladi. Karboksil soni qanchalik katta bo‘lsa, o‘rtacha zanjir uzunligi shunchalik qisqa bo‘ladi va natijada polikondensatsiya darajasi kamayadi. Karboksil guruhi EG yoki oligomer bilan eterifikatsiyalanishi mumkin. Bu reaksiya tufayli efir molekulasi uzayadi va suv molekulasi ajraladi. Natijada karboksil soni kamayadi.

Eterifikatsiya reaksiyasi qaytar bo‘lgani sababli, agar suv chiqarib tashlanmasa, u yana makromolekulani gidrolizlaydi va natijada zanjir uzilib, yangi karboksil guruhi hosil bo‘ladi. Demak, karboksil guruhi va suv o‘zaro chambarchas bog‘langan. Hech bir boshqa jarayonda karboksil guruhi hosil bo‘lmaydi. Uning hosil bo‘lishida faqat eterifikatsiya reaksiyasi natijasida hosil bo‘lgan suv ishtirok etadi (ba’zan poliefirning termik destruksiyasi jarayonida ham suv hosil bo‘ladi, lekin nihoyatda oz miqdorda). Jarayonni o‘tkazish shartlarini o‘zgartirish orqali karboksil sonini o‘zgartirish mumkin.

Karboksil soni yordamida polikondensatsiya reaksiyasi nazorat qilinadi. Masalan, eterifikatordan chiqishda karboksil soni 900–1200 mg–ekv/kg bo‘lganda polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmaydi. Oldindan polikondensatordan chiqishda karboksil soni 130–140 bo‘lganda polikondensatsiya darajasi 30–33

ISSN 3030-3907

oralig‘ida bo‘ladi. Ikkinchi polikondensatordan keyingi eritmada karboksil soni 40–45 ni tashkil qiladi va polikondensatsiya darajasi 80–100 gacha yetadi.

Shu tariqa, karboksil soni yordamida polikondensatsiya reaksiyasi nazoratdan chiqib ketishining oldi olinadi.

Boshqa faol guruh — bu gidroksietil guruhi $CH_2–CH_2–OH$. Tayyor amorf poliefirda uning konsentratsiyasi sezilarli darajada bo‘ladi. Aniqlanishicha, o‘rtacha hisobda har bir karboksil guruhiga 3–4 ta gidroksietil guruhi to‘g‘ri keladi. Ammo tayyor amorf granulyatda karboksil guruhlari konsentratsiyasini o‘zgartirish deyarli imkonsizdir. Qattiq fazali polikondensatsiya sharoitida ular o‘zaro faol reaksiyaga kirishadi. Natijada makromolekulalar zanjiri uzayadi va EG ajralib chiqadi. Jarayonni gidroksietil guruhlar orqali ham nazorat qilish mumkin, biroq ularni tahlil qilish ancha murakkab, shuningdek ular polikondensatsiya reaksiyasida, ayniqsa jarayonning oxirgi bosqichlarida faol ishtirok etadi.

Polikondensatsiya jarayonining regulyatorlari sifatida ham bir qator moddalar qo‘llaniladi. Bular boshlang‘ich TFK (tereftal kislota) tarkibidagi qo‘shimchalar – p–toluil kislota, 4–karboksibenzaldegid va benzoy kislota. Ushbu bir asosli monokarboksil kislotalar zanjirlarni uzuvchi moddalar hisoblanadi. Bunday kislotalar bilan tugagan zanjirlar o‘sish qobiliyatini butunlay yoki qisman yo‘qotadi. Ularning ta’siri sezilarli, biroq uni, ayniqsa miqdoriy jihatdan, baholash anchayin qiyin. Quyidagi 1-jadvalda TFK tarkibidagi aromatik kislotalarning ayrim xususiyatlari keltirilgan.

1-jadval

Tereftal kislota tarkibidagi aromatik kislotalarning xususiyatlari

Kislotalar nomi	Molekulyar massa	p-holatdagi o‘rinbosarning molekulyar massasi	Kislota molekulasidagi p–o‘rinbosarning ulushi
Tereftal kislota	166,14	45,02	0,2710
p–toluil kislota	136,16	15,04	0,1105
4–karboksibenzaldegid	150,14	29,02	0,1933
Benzoy kislota	122,13	1,01	0,0083

Ularni bitta ko‘rsatkichga birlashtirgan ma’qul. Uni keltirilgan karboksil soni deb ataymiz va C* belgisi bilan ifodalaymiz. Keltirilgan karboksil soni (KKC) quyidagi (1) formula orqali ifodalanishi mumkin.

$$C^* = C_0 + \frac{\sum C_i^t \cdot X \cdot a_i}{100} \qquad (1)$$

bu yerda:

C* − keltirilgan karboksil soni;

ISSN 3030-3907

C_0 – tahlil bo‘yicha karboksil soni, mg–ekv/kg;
X – TFKning sarf me’yori, % og‘irlik;
c^t_i – Texnologik reglamentga ko‘ra TFKdagi qo‘shimcha moddalar miqdori, mg–ekv/kg;
a_i – kislota molekulasidagi p–o‘rinbosarning ulushi.

Shubhasizki, texnologik jarayon parametrlari bajarilganda C* doimiy miqdor bo‘lishi kerak. Majburiy shart esa TFK tarkibining doimiyligidir. Bunday holda $C^* > C_0$ bo‘ladi.

Aralashmalar yig‘indisi qanchalik kam bo‘lsa, (1)-tenglamaning ikkinchi hadi shunchalik kichik bo‘ladi. Agar aralashmalar bo‘lmasa, u nolga teng bo‘ladi va $C^* = S_0$ bo‘ladi.

Amalda PETF ishlab chiqarishga yuboriladigan TFK barcha aralashmalar to‘plamini o‘z ichiga oladi. Ko‘pincha ishlab chiqarish sharoitida ularning yig‘indisi texnologik jihatdan belgilangan me’yordan oshib ketadi. Ushbu ortiqcha miqdor (2)-formula orqali ifodalanishi mumkin.

$$\triangle = \frac{(\Sigma C_i^P \cdot a_i - \Sigma C_i^t \cdot a_i) \cdot X}{100} \quad (2)$$

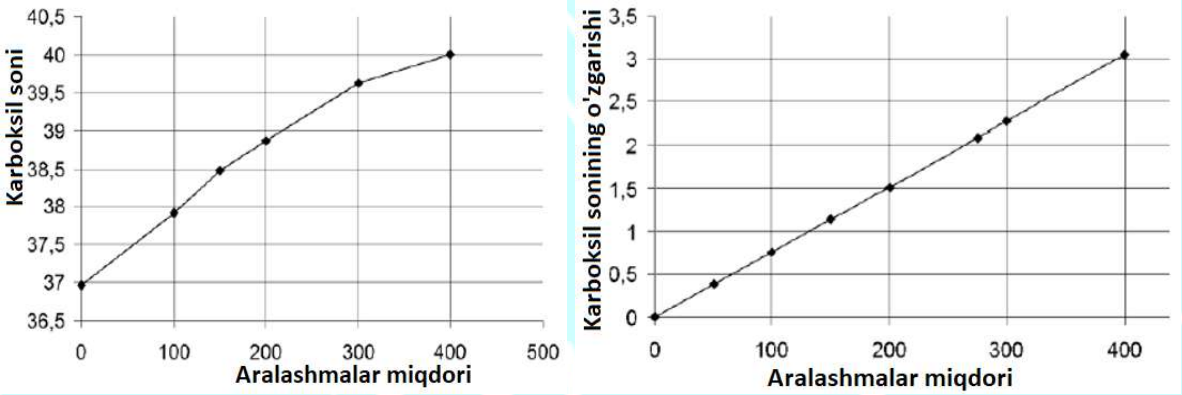
bu yerda:
C^p_i – TFKdagi aralashmalarning haqiqiy konsentratsiyasi, mg–ekv/kg.
Shunda keltirilgan karboksil sonini (3)-formula orqali ifodalash mumkin.

$$C^* = C_0 + \frac{\Sigma C_i^t \cdot X \cdot a_i}{100} + \triangle \quad (3)$$

PETF sifatini to‘g‘ri rejalashtirish uchun analitik yo‘l bilan aniqlangan karboksil soni va TFKdagi aralashmalar (bir asosli karboksil kislotalar) konsentratsiyasi qiymatlarini mg–ekv/kg da ifodalab, ularni yig‘indisini hisobga olish lozim. Ushbu kattalik (KKS) doimiy bo‘lishi kerak. Agar yig‘indi KKSdan katta bo‘lsa, uni analitik aniqlanadigan karboksil soni hisobidan kamaytirish mumkin. Ya’ni amorf PETF olish bosqichida haqiqiy karboksil sonini D tuzatmasini hisobga olgan holda pastroq darajada ushlab turish zarur.

Karboksil soniga tuzatma bilan bir asosli kislotalar aralashmalari yig‘indisi o‘rtasidagi bog‘liqlikni grafik ko‘rinishda, 1-rasmda keltirilgan nomogrammalar yordamida ifodalash maqsadga muvofiqdir.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Boshlang‘ich TFKdagi karboksil sonining miqdoriy qo‘shimchalar bilan bog‘liqligi

Polietilentereftalat ishlab chiqarishda karboksil sonining nazorati jarayon sifatini belgilovchi muhim omillardan biridir. Karboksil guruhlari polimer zanjirining uzunligi, molekulyar massasi va oxirgi mahsulotning fizik-mexanik hamda ekspluatatsion xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Karboksil sonini me’yoriy darajada ushlab turish polikondensatsiya jarayonini optimallashtirish, texnologik chiqindilarni kamaytirish va yuqori sifatli PETF olish imkonini beradi.

Jarayon davomida karboksil sonini rostlashning turli usullari — eterifikatsiya va polikondensatsiya reaksiyalarini to‘g‘ri boshqarish, xomashyo sifatini nazorat qilish hamda qo‘shimcha texnologik choralarni qo‘llash orqali amalga oshiriladi. Natijada, karboksil sonini samarali boshqarish PETF ishlab chiqarishda mahsulot sifatini oshirish va uning keng qo‘llanilish sohalarini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Муллина, Э. Р. (2013). Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ). Молодой учёный, 5, 123.

2. Райимов, З. Х. У., & Усмонов, С. Б. (2023). Синтез ароматических полиэфирсульфонкетонов на основе олигосульфонкетона различного состава и строения. Science and Education, 4(4), 495-502.

3. Mecit, O. (2001). Atık polietilentereftalat'tan özel blok kopolimerler ve çevre dostu alkid reçine üretimi.

4. Zuhriddin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 58-62.

5. Rayimov, Z. X. O. G. L. (2021). Ftal angidridning vinillanish jarayoni erituvchilari. Science and Education, 2(12), 266-269.

6. Zukhriddin, R., & Sadullo, K. (2023). CHROMATOMATIC MASS ANALYSIS OF DIVINYLACETYLENE DERIVATIVE OF PHTHALIC ANHYDRIDE. Universum: технические науки, (5-8 (110)), 30-33.

ISSN 3030-3907