



## **POLIAKRILAMID ASOSIDAGI PENOMATERIALLARNING SKANERLI ELEKTRON MIKROSKOPIYA TAHLILI**

I. M. Xamrakulov

J. B. Fayziyev

F. N. Nurqulov

So‘nggi yillarda polimer asosidagi penomateriallar sanoat, qurilish, elektronika va aerokosmik sohalarda keng qo‘llanilishi bilan ilmiy izlanishlar markazida turibdi. Shu nuqtai nazardan, poliakrilamid (PAA) asosida olingan ko‘pik (pena) materiallar tadqiqotchilar e‘tiborini tortmoqda. Bu materiallar arzon, ekologik xavfsiz va yuqori mexanik xossalarga ega bo‘lishi mumkin [1].

G.E. Litosov va hammualliflar tomonidan olib borilgan izlanishlarda PAA modifikatsiyasida gidroksil va karboksil guruhlar saqlagan birikmalar (masalan, sorbit, ksilit va maleyin anhidrid)dan foydalanish orqali uning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan [2-3].

Tadqiqotlar natijasida ushbu modifikatorlar poliakrilamidning shisha holatiga o‘tish haroratini ( $T_g$ ) sezilarli darajada pasaytirishi aniqlandi. Ayniqsa, 30 mass. % gacha sorbit yoki ksilit qo‘shilganda,  $T_g$   $190^{\circ}\text{C}$  dan  $104\text{--}97^{\circ}\text{C}$  gacha tushgan. Bu esa PAAning yumshoq, shakllanuvchan holatini ta‘minlaydi va ularni strukturalashgan penomateriallar olishda samarali qiladi [3-4].

Boshqa bir tadqiqotda (2021-yil) shu mualliflar guruhi tomonidan PAA asosida penopoliimidlar olish texnologiyasi ishlab chiqildi. Bu ishda modifikatsiyalangan PAA materiallarining infraqizil spektroskopiyasi (IK-Fourier), termogravimetrik tahlil (TGA), siqilishdagi mustahkamlik va SEM (elektron mikroskopiya) tahlillari orqali kimyoviy va strukturaviy xususiyatlari chuqur o‘rganildi. Maleyin anhidrid PAA bilan  $190^{\circ}\text{C}$  dan yuqori haroratlarda imidizatsiya reaksiyasi orqali ichki silliqlangan, sathli strukturalar hosil qilgan. Bu esa materialning mexanik bardoshlilikini va termostabilligini oshirgan [2-5].

PAA asosidagi penomateriallarda modifikator miqdori va turi ko‘pikning zichligi va siqilishga bardoshlilikiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Tadqiqotlarda aniqlanishicha, maleyin anhidrid qo‘shilgan namunalar  $0.27\text{--}0.29\text{ g/cm}^3$  zichlikda va  $11\text{--}12\text{ MPa}$  mustahkamlikda bo‘lgan, bu esa yuqori strukturaviy bog‘lanishni ko‘rsatadi. SEM

## International Conference on Educational Discoveries and Humanities

Hosted online from Moscow, Russia

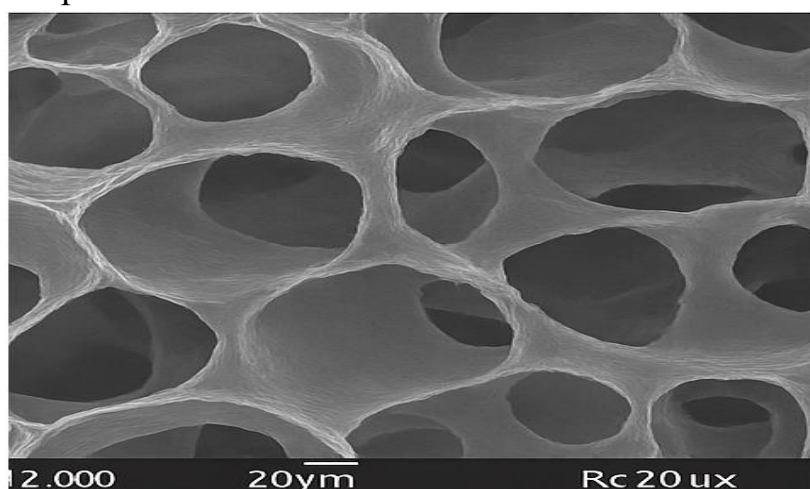
Website: [econfseries.com](http://econfseries.com)

16<sup>th</sup> July, 2025

yordamida o‘rganilgan mikroyacheyka morfologiyasi 3–12 mkm diapazonda bo‘lib, ochiq yacheykali struktura shakllangan [4-5].

Yuqoridagi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, PAA asosida penomateriallar olishda modifikatorlar tanlovi, ularning miqdori, reaksiya harorati va bosqichlari materialning yakuniy sifatini belgilovchi muhim omillardir. Ayniqsa, imidizatsiya orqali struktura hosil bo‘lishi penomateriallarning mustahkamligi va termik barqarorligini ta‘minlashda asosiy rol o‘ynaydi.

PAA bilan trkibida gidroksil guruhlar saqlagan organik birkmalar va karbonsirka kislota angidridlarni modifikatsiyalash asosida olingan PAA-GA markali penomateriallarni SEM tahlil: PAA-GA markali penomateriallarning mikroyacheykali morfologiyasi skanirlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida o‘rganildi. Mikroskopik kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, hosil bo‘lgan penomateriallar ochiq yacheykali struktura hosil qilgan. Bu struktura, plastifikatorlar ta‘sirida polimer zanjirlarining yuqori harakatchanligi natijasida hosil bo‘lgan gazli yacheykalarining reaksiya davomida ajralib chiqqan ammiak ta‘sirida qisman buzilishi bilan izohlanadi. Yacheykalarining buzilishi natijasida materialda bir-biriga ulangan mikrog‘ovaklar shakllangan bo‘lib, ular issiqlik izolyatsiyasi, tovush yutish va yengil konstruktiv yuklamalarga bardoshlilik kabi ko‘plab afzalliklarni berib yacheykalar diametri 3-12 mikrometr oraliqda bo‘lib, bu ochiq-hujayrali materiallar uchun optimal diapazondir.



**1-Rasm. PAA-GA markali penomateriallarni SEM tahlil**



## International Conference on Educational Discoveries and Humanities

Hosted online from Moscow, Russia

Website: [econfseries.com](http://econfseries.com)

16<sup>th</sup> July, 2025

PAA-GA penomateriallar tarkibidagi modifikatorlar, xususan karbonsirka kislota anhidridlari (tarmoq hosil qiluvchi) reaksiyada faollashtirib, polimer zanjirlararo bogʻlanishni kuchaytiradi. Bu jarayon nafaqat materialning termostabilligini oshiradi, balki mikroyacheykali strukturaning aniq va izchil shakllanishiga imkon yaratadi. Gidroksil guruhlar saqlagan birikmalar esa zanjirlarning harakatchanligini oshiradi va gazning material ichida bir tekis tarqalishiga sharoit yaratadi. Biroq, ushbu birikmalar koʻp miqdorda ishlatilganda, yacheykalarining qisman yopilishi va tuzilishdagi noaniqliklar kuzatilishi mumkin.

Skanirovchi elektron mikroskopiya tahlili PAA-GA markali penomateriallarning mikrostrukturaviy mukammalligini koʻrsatdi. Yacheykali morfologiyaning nazorat qilinishi orqali ushbu materiallar mashinasozlik, elektrotexnika va issiqlik izolyatsiyasi sohalarida yengil va bardoshli kompozit sifatida katta istiqbolga ega.

### Adabiyotlar ro'yxati:

- 1.Litosov G.E., Abdullayev D., Karimov O. va boshq. (2021). Poliakrilamid asosida penopoliimidlar olish texnologiyasi va ularning xossalari. Polimer materiallar jurnali, 4(2), 56–62.
- 2.Litosov G.E., Karimov O. (2020). PAA asosidagi koʻpik materiallar va ularni modifikatsiyalash. Ilmiy-texnik axborotlar toʻplami, 3(1), 28–35.
- 3.Xudoyberganov A., Xasanov R. (2022). Termoplastik polimerlarning strukturaviy tahlili va qoʻllanilishi. TMI nashriyoti, Toshkent.
- 4.TGA, SEM, IK-Fourier usullari orqali polimerlar strukturaviy tahlili: Nazariy va amaliy asoslar. (2021). Polimerlar texnologiyasi boʻyicha ilmiy maqolalar toʻplami. – Toshkent: Fan.
- 5.GOST 4650-80. Polimer materiallar zichligini aniqlash usuli.