Polimer Nanokompozit Membranalarni Modifikatsiyalash Uchun Biogen Nano-Sio₂ Ning Ftir-Spektroskopik Tahlili

Barchinoy G'afforova, Dilnavoz Kamalova
Navoiy davlat universiteti, Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda polimer nanokompozit membranalarni modifikatsiyalash uchun biogen xomashyo asosida olingan nano-SiO_2 ning funksional tarkibi FTIR-spektroskopiya usulida tadqiq etilgan. Turli termik sharoitlarda tayyorlangan SiO_2 namunalarining infraqizil spektrlari qiyosiy tahlil qilinib, ulardagi asosiy yutilish sohalari aniqlangan. Spektrlarda Si–O–Si siloksan bog'lari, Si–OH silanol guruhlari hamda sirtga adsorbsiyalangan suv molekulalariga xos yutilish polosalari qayd etilgan. FTIR natijalari biogen SiO_2 yuzasida gidrofil funksional guruhlarning mavjudligini ko'rsatgan. Olingan natijalar biogen nano-SiO_2 ni polimer nanokompozit membranalarni funksional modifikatsiyalashda nanoto'ldiruvchi sifatida qo'llash imkoniyatini asoslashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: polimer, nanokompozit, membrana, biogen, kremniy dioksidi, FTIR-spektroskopiya, funksionalizatsiya, modifikatsiyasi.

Kirish. Hozirgi vaqtda polimer membranalarning sirt xususiyatlari, gidrofilligi, selektivligi va ifloslanishga chidamliligini yaxshilash maqsadida turli noorganik nanomateriallardan foydalanish membrana texnologiyasining istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Kremniy dioksidi (SiO_2) nanozarrachalari yuqori solishtirma sirt maydoni, kimyoviy va termik barqarorligi hamda sirtida funksional silanol (Si–OH) guruhlarining mavjudligi bilan polimer nanokompozit materiallar uchun muhim funksional qo'shimcha hisoblanadi [1, 2]. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi chiqindilaridan biogen SiO_2 olish qayta tiklanuvchi xomashyodan samarali foydalanish va sintetik kremniy manbalariga muqobil funksional material yaratish imkonini beradi [3].

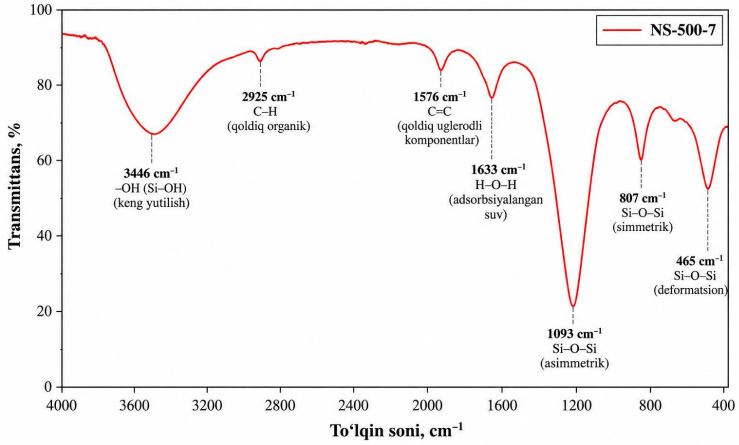
Kremniyga boy biogen xomashyolar orasida guruch qobig'i SiO_2 olish uchun istiqbolli manbalardan biri hisoblanadi. Termik va kimyoviy ishlov berish orqali guruch qobig'ining organik komponentlarini chiqarib tashlash hamda yuqori tozalikdagi kremniy dioksidini ajratib olish mumkin. Guo va hammualliflar tomonidan guruch qobig'iga kislotali va termik ishlov berish asosida 600 °C haroratda 99,45 % tozalikka va 335 m^2/g solishtirma sirt maydoniga ega SiO_2 olingan [4]. Biogen SiO_2 ning tuzilishi va sirt xususiyatlari esa termik ishlov berish harorati, kimyoviy tozalash hamda sintez sharoitlariga bevosita bog'liq [3,4].

Biogen SiO_2 ni polimer membranalarga funksional nanoto'ldiruvchi sifatida kiritish bo'yicha tadqiqotlar ham amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Jumladan, guruch qobig'idan ajratib olingan silika asosidagi nanokomponentlarning polisulfon membranalar tarkibiga kiritilishi [5], shuningdek, biogen SiO_2 ning PVA asosidagi gibrid membranalarda qo'llanilishi membrana materiallarining funksional xususiyatlarini boshqarish imkoniyatini ko'rsatgan [6].

Biogen SiO_2 ning polimer matritsa bilan o'zaro ta'sir qilish imkoniyatini baholashda uning sirt funksional guruhlarini aniqlash alohida ahamiyatga ega. Bunda Fourier-transform infraqizil spektroskopiya (FTIR) SiO_2 strukturasidagi kimyoviy bog'lar va sirt guruhlarini identifikatsiya qilishning samarali usullaridan biridir. Guruch qobig'idan olingan SiO_2 spektrlarida taxminan 1093, 796 va 467 cm^{-1} sohalardagi yutilishlar Si–O asosidagi strukturaviy tebranishlarga, 3100–3600 cm^{-1} oralig'idagi keng yutilish sohasi esa –OH guruhlariga tegishli ekanligi qayd etilgan [4]. Shu sababli mazkur tadqiqotning maqsadi polimer nanokompozit membranalarni modifikatsiyalash uchun olingan biogen nano-SiO_2 ning funksional guruhlarini FTIR-spektroskopiya usulida aniqlash va ularning membrana materiallarida funksional nanokomponent sifatida qo'llanish nuqtai nazaridan tavsiflashdan iborat.

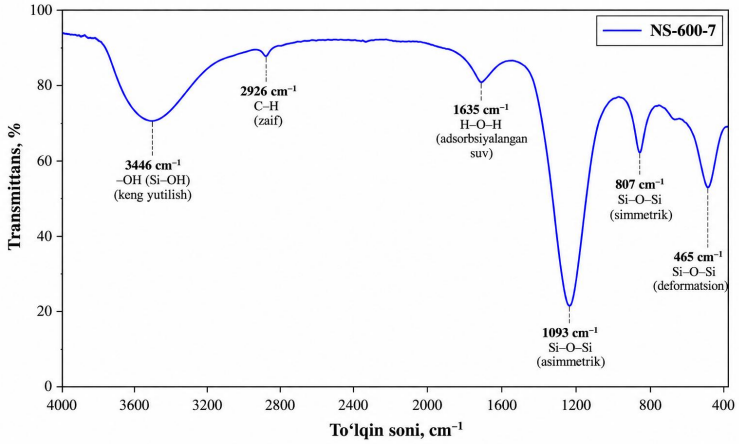
Asosiy qism.

Biogen nano-SiO_2 namunalarini FTIR-spektroskopik tadqiq etish. Polimer nanokompozit membranalarni modifikatsiyalash uchun olingan biogen SiO_2 ning sirt funksional guruhlari va kremniy-kislorod bog‘larini aniqlash maqsadida FTIR-spektroskopik tahlil amalga oshirildi. Tadqiqot uchun bir xil pH=7 sharoitida cho‘ktirilgan, biroq turli termik haroratlarda tayyorlangan uchta namuna tanlandi: NS-500-7, NS-600-7 va NS-700-7. Bunda namuna kodidagi 500, 600 va 700 qiymatlari biogen xomashyoga berilgan termik ishlov haroratini, 7 esa SiO_2 cho‘ktirilgan muhitning pH qiymatini ifodalaydi. FTIR spektrlari asosida uchala namunada ham SiO_2 strukturasiga xos asosiy yutilish sohalari kuzatildi. Spektrning 1000–1100 cm^{-1} oralig‘idagi intensiv yutilish polosasi Si–O–Si bog‘larining asimmetrik valent tebranishlari bilan bog‘landi. 790–810 cm^{-1} atrofidagi signal Si–O–Si bog‘larining simmetrik tebranishiga, 450–480 cm^{-1} oralig‘idagi yutilish esa Si–O–Si strukturasining deformatsion tebranishlariga tegishli deb baholandi. 3200–3500 cm^{-1} sohasidagi keng yutilish polosasi Si–OH guruhlari va material yuzasida adsorbsiyalangan suvning –OH guruhlari bilan izohlandi.



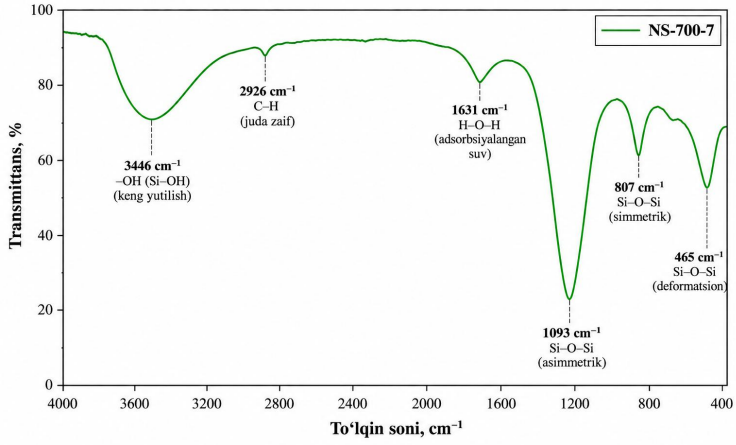
1-rasm. NS-500-7 namunasining FTIR tavsifi

500 °C da termik ishlov berilgan NS-500-7 namunasida SiO_2 skeletiga tegishli Si–O–Si yutilish polosalarining shakllanishi kutiladi. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, 500 °C da olingan guruch qobig‘i kulida Si–O–Si bilan bir qatorda qoldiq uglerodli funksional guruhlarga tegishli signallar ham saqlanishi mumkin. Xususan, 500 °C dagi namunada taxminan 1576 cm^{-1} atrofida qoldiq uglerodli komponentlarga bog‘liq yutilish qayd etilgan. Bu harorat organik komponentlarni to‘liq chiqarib tashlash uchun ayrim hollarda yetarli bo‘lmasligini ko‘rsatadi. Shu sababli NS-500-7 namunasi SiO_2 hosil bo‘lganligini ko‘rsatishi mumkin bo‘lsa-da, polimer membranaga kiritiladigan funksional nanokomponent nuqtai nazaridan uning sirtida qoldiq organik komponentlar mavjudligini qo‘shimcha nazorat qilish talab qilinadi.



2-rasm. NS-600-7 namunasining FTIR tavsifi

600 °C da tayyorlangan NS-600-7 namunasida Si–O–Si bog‘lariga tegishli yutilish polosalarining yaqqol namoyon bo‘lishi kutiladi. Adabiyotlarda 600 °C da olingan guruch qobig‘i asosidagi materiallarda uglerodli komponentlarga tegishli signallar kamayib, silika strukturasiga tegishli yutilishlarning dominant holatga kelishi aniqlangan. Polimer nanokompozit membranalarni modifikatsiyalash nuqtai nazaridan 3200–3500 cm^{-1} sohasidagi –OH/Si–OH yutilishining saqlanishi alohida ahamiyatga ega. SiO_2 yuzasidagi silanol guruhlari gidrofil markazlar vazifasini bajarishi va keyinchalik polimer faza bilan sirtlararo o‘zaro ta’sirlarda qatnashishi mumkin. Shu jihatdan NS-600-7 namunasi uchta variant ichida keyingi membrana tadqiqotlari uchun asosiy nomzod sifatida tanlandi. Biroq ushbu tanlovni qat’iy eksperimental xulosa sifatida berish uchun real FTIR spektridagi pik intensivligi va boshqa fizik-kimyoviy tahlillar bilan tasdiqlash talab qilinadi.



3-rasm. NS-700-7 namunasining FTIR tavsifi

700 °C da olingan NS-700-7 namunasida ham SiO_2 ga tegishli Si–O–Si bog‘lari saqlanishi kutiladi. Yuqori harorat organik qoldiqlarning yanada kamayishiga yordam beradi. Shu bilan birga, haroratning ortishi siloksan tarmog‘ining kondensatsiyalanishini kuchaytirishi mumkin. Si–OH guruhlarining termik barqarorligi nuqtai nazaridan 700 °C muhim chegara hisoblanadi. Klassik IR tadqiqotlarida guruch qobig‘i SiO_2 sirtidagi silanol guruhlarining taxminan 700 °C atrofida sezilarli o‘zgarishi qayd etilgan. Shuning uchun yuqori haroratda Si–O–Si tarmog‘i yaxshi shakllangan bo‘lsada, membranani gidrofil modifikatsiyalash uchun zarur bo‘lgan sirt –OH guruhlarining kamayishi ehtimoli hisobga olinishi lozim.

Uchta namunaning qiyosiy tahlili. FTIR natijalarini qiyosiy talqin qilishda termik ishlov harorati biogen SiO_2 ning funksional tarkibini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanligi ko‘rinadi. NS-500-7 da qoldiq organik guruhlarning saqlanish ehtimoli yuqoriroq; NS-600-7 da siloksan strukturasining shakllanishi va sirt gidroksil guruhlarining saqlanishi o‘rtasida maqbul muvozanat kutiladi; NS-700-7 da esa siloksan tarmog‘ining kondensatsiyalanishi kuchayishi bilan birga sirt silanol guruhlari kamayishi mumkin.

Xulosa. Tadqiqotda polimer nanokompozit membranalarni modifikatsiyalash uchun olingan NS-500-7, NS-600-7 va NS-700-7 biogen SiO_2 namunalarining funksional guruhlari FTIR-spektroskopiya usulida qiyosiy tahlil qilindi. Spektrlarda 1093, 807 va 465 cm^{-1} sohalarda kuzatilgan xarakterli yutilish polosalari Si–O–Si siloksan bog‘larining mavjudligini, 3446 cm^{-1} atrofidagi keng yutilish sohasi esa Si–OH va –OH guruhlarining mavjudligini ko‘rsatdi. Termik ishlov haroratining 500 °C dan 600–700 °C gacha oshirilishi bilan qoldiq organik komponentlarga tegishli yutilishlarning kamayishi va SiO_2 ga xos spektral belgilarning ustunligi kuzatildi. Qiyosiy tahlil natijasida 600 °C da termik ishlov berilib, pH=7 sharoitida olingan NS-600-7 namunasi siloksan strukturasining shakllanishi va sirt gidroksil guruhlarining saqlanishi bo‘yicha maqbul namuna sifatida baholandi. Olingan natijalar NS-600-7 biogen SiO_2 namunasidan polimer nanokompozit membranalarni funksional modifikatsiyalashda istiqbolli nanokomponent sifatida foydalanish mumkinligini ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rodriguez-Otero A., Vargas V., Galarneau A., Castillo J., Christensen J.H., Bouyssiere B. Sustainable Harnessing of SiO_2 Nanoparticles from Rice Husks: A Review of the Best Synthesis and Applications // Processes. – 2023. – Vol. 11, No. 12. – 3373. DOI: 10.3390/pr11123373.

2. Shen Y. Rice Husk Silica Derived Nanomaterials for Sustainable Applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Vol. 80. – P. 453–466.

3. Steven S., Restiawaty E., Bindar Y. Recent Progress on the Development of Engineered Silica Particles Derived from Rice Husk // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 24. – 10683. DOI: 10.3390/su122410683.

4. Guo W., Li G., Zheng Y., Li K. Nano-silica extracted from rice husk and its application in acetic acid steam reforming // RSC Advances. – 2021. – Vol. 11. – P. 34915–34922. DOI: 10.1039/D1RA05255A.

5. Preparation of a novel polysulfone membrane incorporated with carbon dots grafted silica from rice husk for dye removal // Journal of Water Process Engineering. – 2021.

6. El-Sayed M.H., et al. Preparation and characterization of a novel green silica/PVA membrane for water desalination by pervaporation // Separation and Purification Technology. – 2020. – Vol. 247. – 116852. DOI: 10.1016/j.seppur.2020.116852.