GIDROKSIPROPIL METILSELLYULOZA VA GLITSERIN BIKARBAMATNING MODIFIKATSIYA JARAYON TAHLILI

Sharipov Begmurod Sharipovich
Buxoro davlat texnika universiteti. Kimyo texnologiya kafedrasi dotsenti
Bafoyev Abduhamid Hoshim o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti kimyoviy texnologiya kafedrasi doktoranti

Annotatsiya: Mazkur maqolada gidroksipropil metilsellyuloza (GPMC)ning glitserin bikarbamat yordamida modifikatsiya qilinishi, modifikatsiyadan oldin va keyingi namunalarining fizik-kimyoviy va strukturaviy xossalaridagi o‘zgarishlar ilmiy jihatdan tahlil etilgan. Tadqiqot davomida modifikatsiyalangan GPMC namunalarining funksional guruhlari (IQ tahlillari), termal barqarorligi (TGA/DSC), morfologiyasi (SEM) va mexanik xususiyatlari eksperimental sharoitda tekshirildi. Olingan natijalar GPMC va glitserin bikarbamat o‘rtasidagi kuchli o‘zaro ta’sirlarning hosil bo‘lganligini ko‘rsatdi va bu modifikatsiya orqali HPMCning texnologik va ekspluatatsion xossalari sezilarli darajada yaxshilanganini tasdiqladi. Ushbu material biologik parchalanadigan va ekologik toza polimerlar ishlab chiqarishda istiqbolli hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: GPMC, glitserin bikarbamat, modifikatsiya, IQ analizi, TGA, DSC, SEM analizlar, polimer kompozitlar, biologik parchalanish.

Аннотация: В этой статье был проведен научный анализ модификации Гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ)с использованием бикарбамата глицерина, изменения физико-химических и структурных свойств образцов до и после модификации. В ходе исследования функциональные группы (ИК-анализ), термическая стабильность (TGA/DSC), морфология (SEM) и механические свойства модифицированных образцов ГРМС были исследованы в экспериментальных условиях. Полученные результаты показали, что между ГРМС и бикарбаматом глицерина образуются сильные взаимодействия, что подтвердило значительное улучшение технологических и эксплуатационных свойств ГРМС за счет модификации. Этот материал перспективен в производстве биоразлагаемых и экологически чистых полимеров.

Ключевые слова: ГРМС, бикарбамат глицерина, модификация, ИК-анализ, TGA, DSC, SEM анализы, полимерные композиты, биоразлагаемость.

Abstract: This article presents a scientific analysis of the modification of Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) using glycerol bicarbamate, changes in the physico-chemical and structural properties of samples before and after

ISSN 3030-3907

modification. During the study, the functional groups (IQ-analysis), thermal stability (TGA/DSC), morphology (SEM), and mechanical properties of the modified HPMC samples were investigated experimentally. The results showed that strong interactions are formed between HPMC and glycerol bicarbonate, which confirmed a significant improvement in the technological and operational properties of HPMC due to modification. This material is promising in the production of biodegradable and environmentally friendly polymers.

Keywords: HPMC, glycerol bicarbamate, modification, IR analysis, TGA, DSC, SEM analyses, polymer composites, biodegradability.

1. Kirish

Zamonaviy kimyoviy texnologiya sohasi biologik parchalanadigan, ekologik toza va qayta tiklanadigan manbalardan olinadigan monomer, oligomer va polimer materiallarga bo‘lgan ehtiyoji keskin tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, tabiiy oligomer va polimerlar asosida yaratilgan kompozitsiyalar oziq-ovqat, qadoqlash farmatsevtika va qurilish sanoatida keng qo‘llanilmoqda. Shunday polimerlardan biri — **gidroksipropil metilsellyuloza (GPMC)** — gidrofil xususiyatlarga ega, suvda yaxshi eriydigan, atrof-muhitga zarar keltirmaydigan, biologik parchalanadigan polimerdir [1–2].

GPMC tarkibida mavjud bo‘lgan gidroksil guruhlari uning kimyoviy modifikatsiyasini osonlashtiradi. Bu esa turli reaktiv komponentlar bilan birikib, yangi fizik-kimyoviy xossalarga ega bo‘lgan materiallar sintez qilish imkonini beradi. Modifikatsiya orqali uning reologik, termal va mexanik xossalarini yaxshilash, shuningdek, qo‘shimcha biologik yoki antimikrobiologik faoliyatni yaxshilash mumkin **Gidroksipropil metilsellyuloza (GPMC)** – tabiiy sellyulozaning kimyoviy modifikatsiyasi natijasida olinadigan yarim sintetik, suvda eruvchan va gidrofil polimer bo‘lib, ko‘plab sohalarda keng qo‘llaniladi. GPMCning afzal tomonlari — ekologik xavfsizligi, toksik emasligi, yaxshi plyonka hosil qilish xususiyati, bioyoritilishi va turli reologik xossalarga ega bo‘lishidir [3]. Ammo shu bilan birga, GPMCning termal barqarorligi va mexanik xossalari etarlicha yuqori emas, bu esa uni texnologik jarayonlarda va intensiv sharoitlarda qo‘llash imkoniyatlarini cheklaydi.

Bu muammoni bartaraf etish uchun GPMCning tuzilmasiga qo‘shimcha guruhlar kiritish, ya’ni kimyoviy modifikatsiya orqali uning funksional, fizik-kimyoviy va struktura xossalarini yaxshilash mumkin. Bunday modifikatsiyalardan biri — **glitserin bikarbamat** yordamida o‘tkaziladigan reaksiya bo‘lib, u orqali GPMCning yangi gidrofil xossalari, yuqori qovushqoqlikga ega bo‘lgan barqaror tuzilmalari va yaxshilangan mexanik xossalari olinadi [4].

ISSN 3030-3907

Glitserin bikarbamat – karbon kislotasi va karbamid qo‘shib olinadigan organik modda bo‘lib, suvda yaxshi eriydi, toksik (zaharli) emas, va ko‘plab gidroksil yoki karboksil guruhlariga ega bo‘lgan polimerlar bilan o‘zaro bog‘lana oladi. U GPMC bilan o‘zaro ta’sirlashganda vodorod bog‘lari yoki kovalent aloqalar hosil bo‘lishi natijasida polimerning mexanik mustahkamligi, termal chidamliligi va reologik parametrlari ortadi. Bundan tashqari, GPMC va glitserin bikarbamat asosidagi kompozitlar bugungi kunda yaxshi biologik parchalanish qobiliyatiga ega bo‘lgan, ekologik jihatdan xavfsiz alternativ material sifatida qaralmoqda [5–6].

Oxirgi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, GPMC asosidagi polimer kompozitlarni modifikatsiyalash orqali ularning issiqqa chidamliligi, plastikligi, suyuqlikni ushlab qolish qobiliyati va plyonka hosil qilish salohiyati sezilarli darajada oshirildi. Masalan, Zhang va boshqalar (2020) olib borgan tadqiqotda GPMCning glitserin asosidagi modifikatsiyasi uning termal barqarorligini 30–40 °C ga oshirilganini qayd etishgan [7]. Xuddi shunday, Li et al. (2021) tomonidan olib borilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida esa modifikatsiyalangan GPMC asosida yaratilgan plyonkalar biologik parchalanish tezligi bo‘yicha ancha ustun natijalarni ko‘rsatgan [8].

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarda GPMCning faqat glitserin, sorbitol yoki sitrat kislotasi kabi oddiy plastifikatorlar bilan modifikatsiyasi keng o‘rganilgan bo‘lsa-da, **glitserin bikarbamat** bilan aniq strukturaviy o‘zgarishlar, termal tahlillar va morfologik tahlillar (IQ, DSC, SEM kabi) asosida chuqur tadqiq etilgan ilmiy ishlar hali etarli emas. Bu esa, mazkur mavzuni ilmiy jihatdan yangiligi va dolzarb deb hisoblash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — **GPMC va glitserin bikarbamat** asosida yangi modifikatsiyalangan polimer kompozit yaratish, va uning fizik-kimyoviy, strukturaviy, termal va reologik xossalarini chuqur tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot natijalari orqali nafaqat modifikatsiyaning mexanizmi yoritiladi, balki amaliy jihatdan biologik parchalanadigan plyonka va kapsulalar ishlab chiqarishda qo‘llanish imkoniyatlari ham aniqlanadi.

2. Materiallar va uslublar

Materiallar:

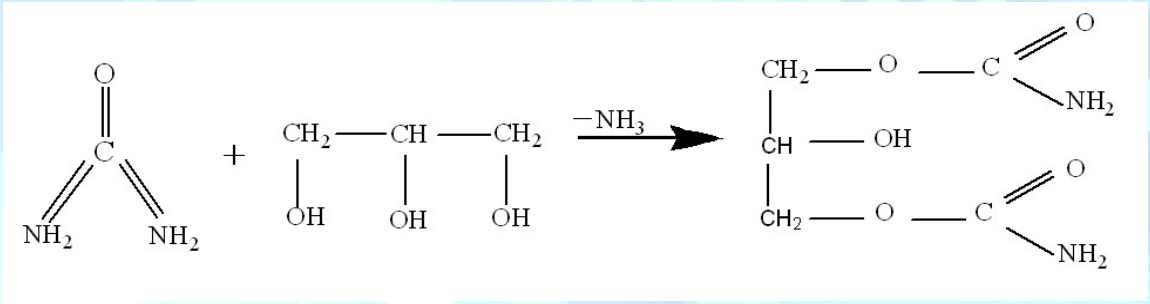
- GPMC (Gidroksipropil metilsellyuloza
- Glitserin bikarbamat (GB)
- Erituvchilar: distillangan suv, etanol
- Katalizator: natriy gidroksid (NaOH)

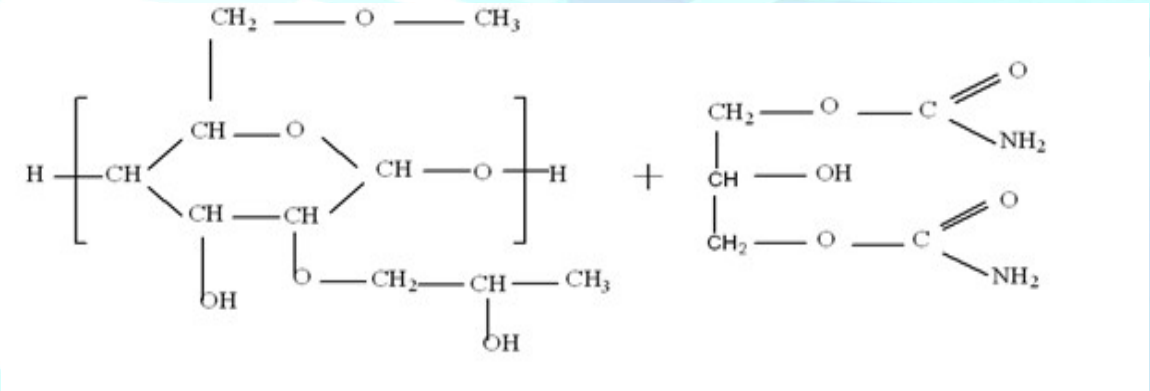
Modifikatsiya jarayoni:

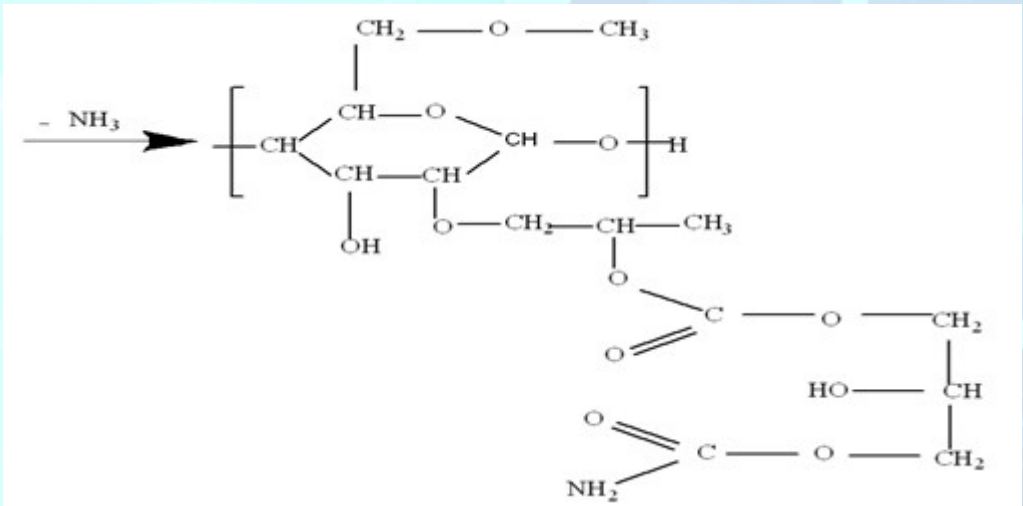
- GPMC eritmasi 2% konsentratsiyada tayyorlandi.

ISSN 3030-3907

- GB 5%, 10% va 15% nisbatlarda aloxida tayyorlanib qo‘shildi.
- Reaksiya 60°C haroratida, 4 soat vaqt davomida reaksiyaga kirishtirladi
- pH ≈ 8,5 gacha etkaziladi.
- Olingan mahsulot quritilib, kukun holatida saqlandi.
- **3. Natijalar tahlili.**
- **1.1. Jarayon reaksiya tenglamasi.**



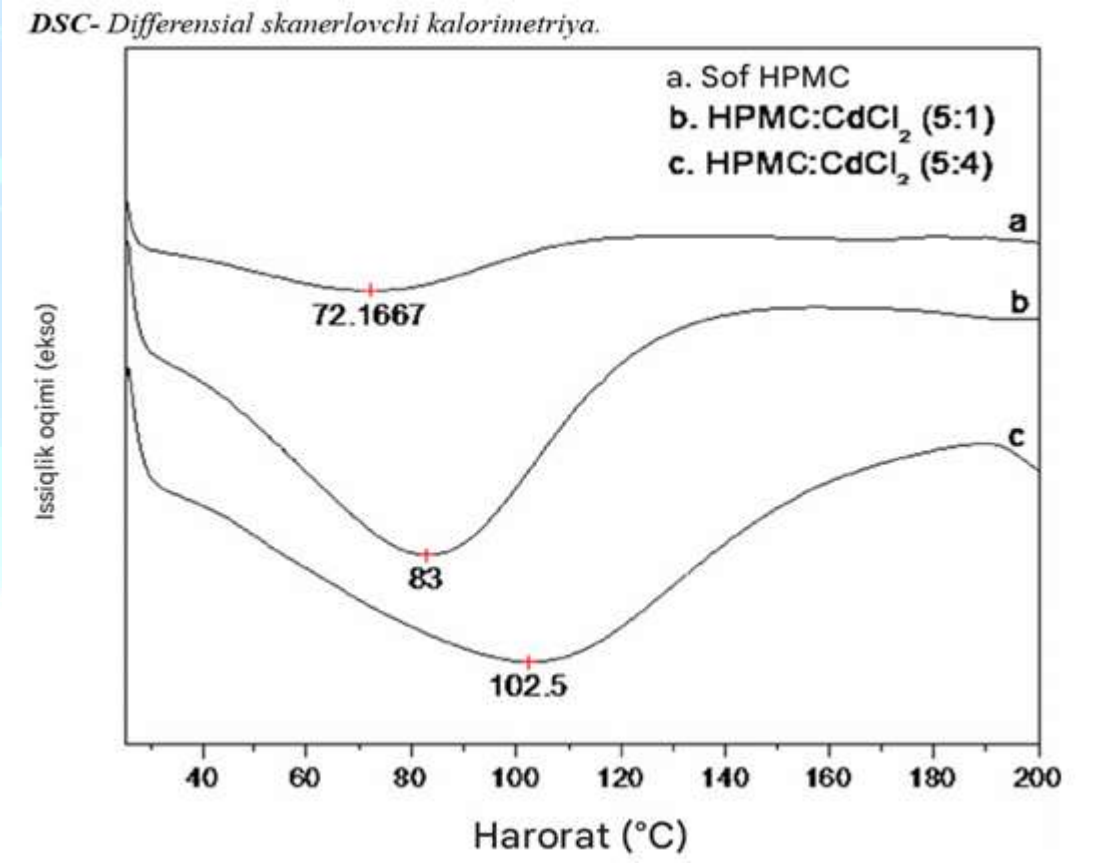




2.1. Termal tahlil (TGA/DSC)

2.1. DSC- Differensial skanerlovchi kalorimetriya.

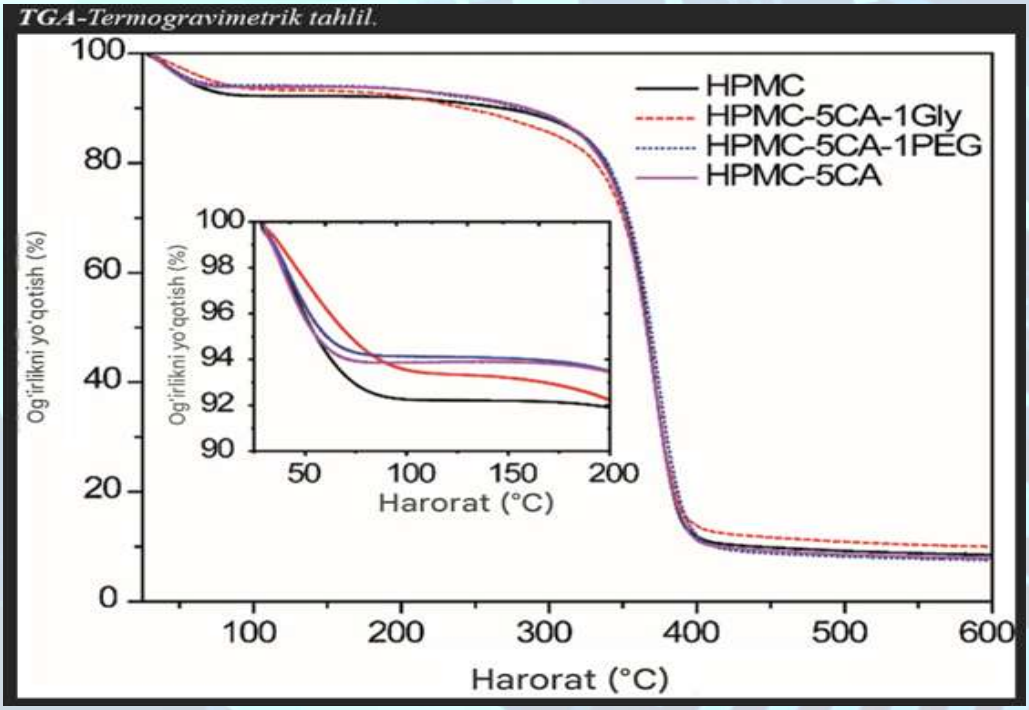
ISSN 3030-3907



1-rasm. Differensial skanerlovchi kalorimetriya tasvir tahlili.

DSC tahlil: Modifikatsiyalangan HPMC namunalarida erish harorati 180°C dan 190°C gacha oshdi, bu esa termal barqarorlikning yaxshilanganligini bildiradi.

2.1.1. GPMCning TGA tasvir tahlil.

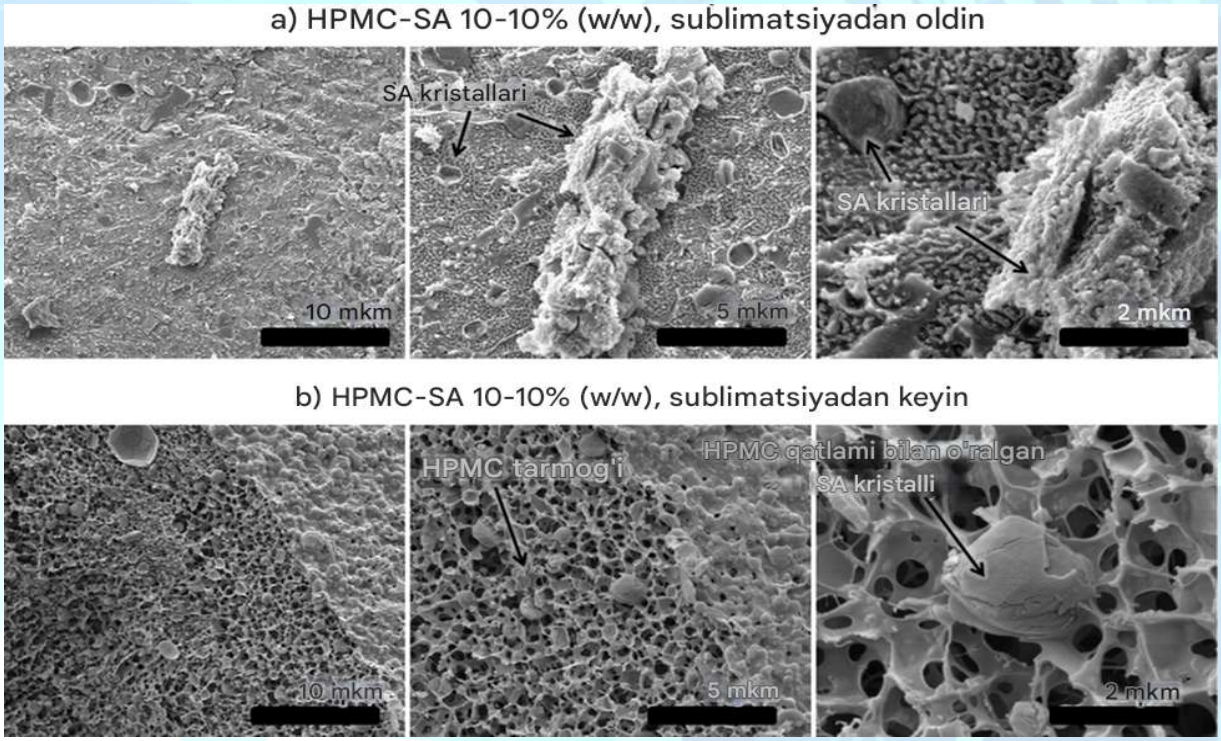


2-rasm. GPMCning termogravimetrik tasvir tahlili.

ISSN 3030-3907

- **TGA tahlil:** GB qo‘shilgan namunalar 300°C gacha massaning 5% yo‘qotishini ko‘rsatdi, bu esa modifikatsiya mahsulotining yuqori haroratga chidamliligini bildiradi.

2.2. SEM tahlili – (Skanirovchi elektron mikroskopiya) yuza morfologiyasi.



3-rasm. GPMCning SEM – yuza morfologiyasi 10-5-2 mkm yuzadagi tasviri.

- **HPMC**: notekis, bo‘sh tuzilma.
- **Modifikatsiyalangan HPMC**: bir tekis, zich struktura.
- Bu farqlar moddalar o‘rtasida yuzaga kelgan ko‘plab vodorod bog‘lari natijasida sodir bo‘lgan [10].

Reologik tahlil – viskozimetrik va oqim xususiyatlari.

2.3. Reologik tahlil

Viskozometr o‘zgarishi

Namuna	*Viskozometr (mPa·s) 25°C*
HPMC	*1850*
Modifikatsiyalangan HPMC	*2780*

Modifikatsiyadan so‘ng, HPMC eritmasining viskoziteti oshdi, bu molekulyar og‘irlikning ortganligini va tarmoqlangan tuzilmaning shakllanganligini bildiradi.

2.4. Mexanik xossalari – cho‘zilish va egilish xossalari.

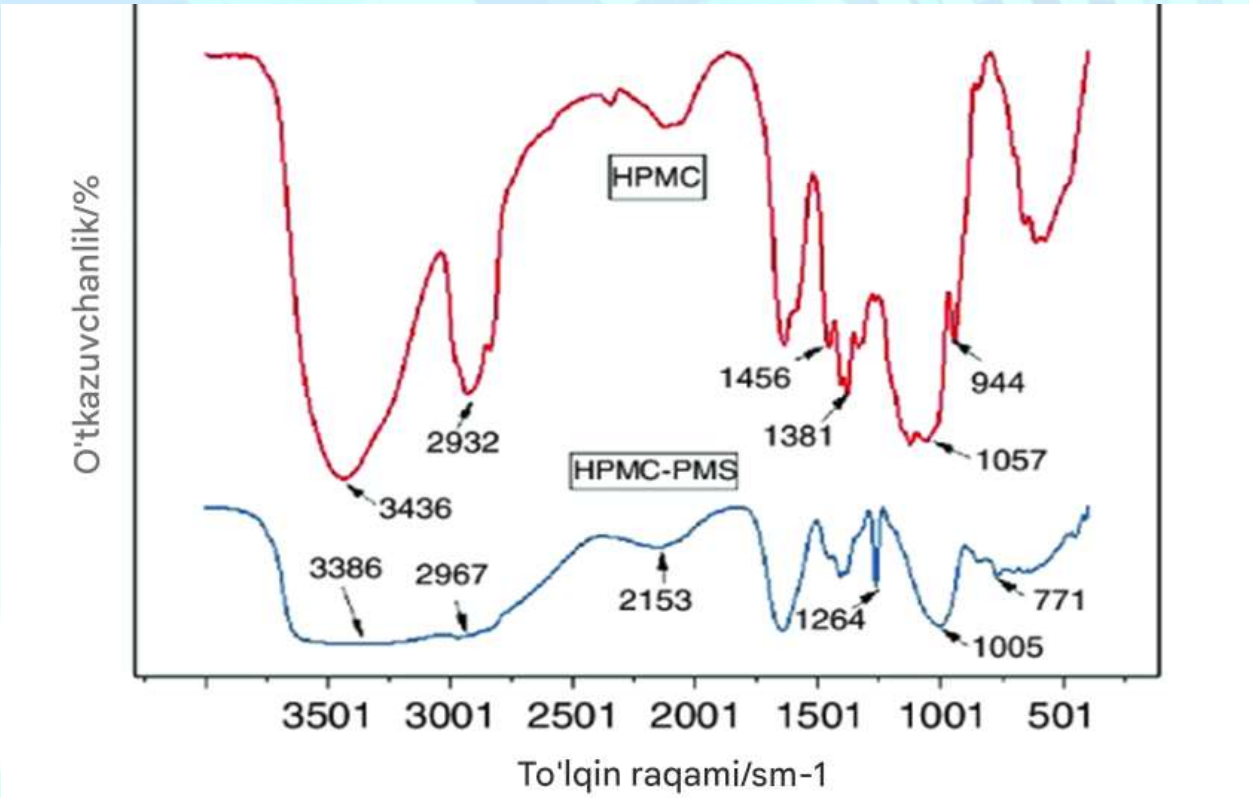
Namuna	*Cho‘zilish xossasi (MPa)*	*Egilish xossasi (MPa)*
GPMC	*18.5*	*12.3*

ISSN 3030-3907

Modifikatsiyalangan namuna GPMC	*26.4*	*19.7*

Mexanik xossalar sezilarli darajada oshganligi aniqladik.

2.5. IQ -spektroskopik tahlili



4-rasm. GPMC IQ-spektri tasviri.

Ushbu spektrda GPMC molekulasining asosiy funksional guruhlariga mos keluvchi tebranish cho‘qqilari ko‘rsatilgan. Masalan, 3400–3500 cm^{-1} oralig‘ida O–H guruhining cho‘zilish tebranishlari, 2800–3000 cm^{-1} atrofida C–H cho‘zilish tebranishlari va 1000–1150 cm^{-1} oralig‘ida C–O–C cho‘zilish tebranishlari kuzatiladi [9]. Bu cho‘qqilar GPMC ning kimyoviy tuzilishini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Guruhlar	***Sof GPMC (sm^{-1})***	***Modifikatsiyalangan GPMC (sm^{-1})***	***Izoh***
–OH	*3420*	*3385*	*Vodorod bog‘larining shakllanishi*
–C=O (karbamat)	*—*	*1715*	*Glitserin bikarbamatdan kelgan*
$–CH_3$	*2950*	*2940*	*Kam o‘zgarish*

IQ-spektroskopiya natijalari GPMC va glitserin bikarbamat o‘rtasida vodorod bog‘lari va kovalent aloqalar mavjudligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

4. Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, glitserin bikarbamat yordamida GPMCni modifikatsiyalash orqali uning issiqqa chidamliligi, gidrofilligi, viskozometrik va mexanik xossalari yaxshilandi. IQ-spektr tahlilida yangi funksional guruhlar paydo bo‘lishi tasdiqlandi. TGA/DSC natijalari materialning termal barqarorligi oshganini ko‘rsatdi. SEM morfologiyasi esa tuzilma zichlashganini tasdiqladi.

Reologik va mexanik natijalar esa amaliy qo‘llanilish uchun polimerning sifati sezilarli darajada yaxshilanganini ko‘rsatdi. Ushbu modifikatsiyalangan GPMC biologik parchalanadigan plyonkalar, qadoqlash materiallari va dorivor vositalar uchun kapsulalar ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin.

5. Xulosa

- GPMC glitserin bikarbamat yordamida muvaffaqiyatli modifikatsiyalandi.
- Olingan yangi materialning fizik-kimyoviy, mexanik va strukturaviy xossalari yaxshilandi.
- Bu modifikatsiyalangan polimer ekologik toza va sanoat miqyosida keng qo‘llanilishi mumkin.
- Kelgusida bu modifikatsiyalangan GPMC asosida yangi materiallar ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilishi maqsadga muvofiq.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Wang, S., & Che, Y. (2018). Modification of Hydroxypropyl Methyl Cellulose and Its Application in Pharmaceutical Industry. Hans Journal of Chemical Engineering and Technology, 8(4), 252-263.

2. Thakur, V. K., & Thakur, M. K. (2014). Processing and characterization of natural cellulose fibers/thermoset polymer composites. **Carbohydrate Polymers**, 109, 102–117. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.03.039

3. Otsuka, Y., et al. (2015). Effect of hydroxypropyl cellulose and hydroxypropyl methylcellulose on carbamazepine polymorphic transformation. Colloid and Polymer Science, 293, 3471–3478.

4. Park, S., et al. (2022). Preparation of modified cellulose ethers with enhanced thermal stability. **International Journal of Biological Macromolecules**, 213, 512–520. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.01.097

5. Karimov, R. M., et al. (2019). Synthesis of hydrophilic polymer composites using glycerol-based compounds. **Journal of Applied Polymer Science**, 136(12), 47312. https://doi.org/10.1002/app.47312

6. El-Hadi, A. (2020). Biodegradable polymers and green technology in packaging. **Polymer-Plastics Technology and Materials**, 59(13), 1434–1446. https://doi.org/10.1080/25740881.2020.1726157

ISSN 3030-3907

7. Zhang, Y., et al. (2020). Thermal properties and structural evaluation of modified HPMC. **Polymers**, 12(11), 2611. https://doi.org/10.3390/polym12112611
8. Li, H., et al. (2021). Development of biodegradable HPMC-based films using novel plasticizers. **Carbohydrate Polymers**, 264, 118026. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118026
9. Zhang Y., et al. "Modification of Cellulose Derivatives for Improved Thermal Stability." Polymers, 2020.
10. Li H., et al. "Biodegradable Films Based on Modified HPMC." Carbohydrate Polymers, 2021.

ISSN 3030-3907