UDK:661.728.892.24

TABIIY POLIMERLAR ASOSIDA GIDROGELLAR SINTEZI VA XOSSALARI TADQIQOTI

Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti professori, k.f.d.
Shirinov Shavkat Davlatovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi, t.f.f.d.
Tilavova Lola Inatillayevna,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, t.f.f.d.
Isroilov Oltinbek Ixtiyor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti.

Annotatsiya. Gidroksipropilmetilsellyuloza (GPMS) asosida vinilatsetat (VA) ishtirokida, Cr^{3+} ionlari yordamida yuqori bo‘kuvchan gidrogellar sintez qilindi. Olingan gidrogellarning tuzilishi va termik xossalari derivatografik tahlil hamda infraqizil (IK)-spektroskopiya usullari orqali o‘rganildi. GPMS–VA asosidagi gidrogellarning shishish xususiyatiga vinilatsetat konsentratsiyasining ta’siri tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, VA miqdori 10,0 mass. % gacha oshirilganda gidrogelning bo‘kish darajasi ortib boradi, ammo bu miqdordan ortiq konsentratsiyalarda bo‘kish darajasi kamayadi. Shuningdek, gidrogelning shishish jarayoni vaqt bilan qanday o‘zgarishi ham tahlil etildi. Gidrogel eng yuqori shishish holatiga taxminan 700 daqiqa davomida erishadi.

Kalit so‘zlar: Gidroksipropilmetilsellyuloza, monomer, vinilatsetat, bo‘kuvchanlik, derivatografiya, bog‘lovchi, absorbsiya, bentonit, gidrogel, akrilamid, IK-spektroskopiya.

Аннотация. На основе гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) в присутствии винилацетата (ВА) и с использованием ионов Cr^{3+} были синтезированы высоконабухающие гидрогели. Структура и термические свойства полученных гидрогелей исследованы методами дериватографического анализа и инфракрасной (ИК) спектроскопии. Изучено влияние концентрации винилацетата на степень набухания гидрогелей на основе ГПМЦ–ВА. Результаты исследований показали, что при увеличении содержания ВА до 10,0 мас.% степень набухания гидрогеля возрастает, однако при дальнейшем повышении концентрации этот показатель уменьшается. Также проанализировано изменение процесса набухания гидрогеля во времени. Установлено, что гидрогель достигает максимальной степени набухания приблизительно за 700 минут.

Ключевые слова: гидроксипропилметилцеллюлоза, мономер, винилацетат, эластичность, дериватография, сшивающий агент, абсорбция, бентонит, гидрогель, акриламид, ИК-спектроскопия.

ISSN 3030-3907

Abstract. Highly elastic hydrogels were synthesized based on hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) in the presence of vinyl acetate (VA) using Cr^{3+} ions as a crosslinking agent. The structure and thermal properties of the obtained hydrogels were studied by means of derivatographic analysis and infrared (IR) spectroscopy. The effect of vinyl acetate concentration on the swelling behavior of HPMC–VA-based hydrogels was analyzed. The results showed that increasing the VA content up to 10.0 wt.% led to an increase in the swelling degree of the hydrogel, whereas further increase in VA concentration caused a decrease in swelling. The variation of the swelling process over time was also investigated. It was found that the hydrogel reached its maximum swelling state after approximately 700 minutes.

Keywords: hydroxypropyl methylcellulose, monomer, vinyl acetate, elasticity, derivatography, crosslinking agent, absorption, bentonite, hydrogel, acrylamide, IR spectroscopy.

Kirish.

Gidrogellar — bu o‘zaro bog‘langan gidrofil polimerlardan tashkil topgan tizim bo‘lib, ular o‘zining quruq massasidan bir necha barobar ortiq miqdorda suvni yuta oladi va mexanik ta’sir natijasida desorbsion jarayonlar orqali uni qayta ajratib chiqaradi [1,2].

Suv resurslari tanqisligining ortib borishi hamda atrof-muhitni muhofaza qilish masalalariga e’tibor kuchaygani natijasida bioparchalanadigan gidrogellarni o‘rganishga bo‘lgan qiziqish sezilarli darajada oshdi [3].

Dunyo miqyosida yuqori sorbsion xususiyatlarga ega gidrogellarni yaratishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar faol olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, ayniqsa, tabiiy polisaxarid sopolimerlari asosida bioparchalanadigan superabsorbentlarni olish texnologiyalarini ishlab chiqishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bunday materiallar katta miqdorda suv va mineral o‘g‘itlarni o‘zida to‘plash, suv tanqisligi sababli foydalanilmagan yerlarda ham hosil olish imkonini berish, shuningdek, ichki bozorda import o‘rnini bosuvchi, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali mahsulotlar sifatida xizmat qilishi mumkin [4,5].

Qurg‘oqchil hududlarda gidrogellarning qumli tuproqlarda (makrog‘ovakli muhitda) qo‘llanilishi tuproqning suvni ushlab turish qobiliyatini oshirish va yetishtirilayotgan o‘simliklarning sifatini yaxshilashning eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi [6]. Gidrogellarni “mikroskopik suv rezervuarlari” sifatida qarash mumkin. Osmotik bosim farqi ta’sirida ushbu rezervuarlardagi suv o‘simlik ildiz tizimining ehtiyojlariga muvofiq ravishda asta-sekinlik bilan ajralib chiqadi. Shu bilan birga, ular ozuqa moddalarning boshqariladigan chiqarilish tizimi sifatida ham xizmat qiladi: ya’ni, ma’lum bir birikmalarni o‘zida to‘plab, ularni mustahkam ushlab turadi va zarurat tug‘ilganda asta-sekinlik bilan chiqaradi.

ISSN 3030-3907

Natijada o‘simliklar uzoq muddat davomida o‘g‘itlardan foydalanish imkoniyatiga ega bo‘ladi, bu esa ularning barqaror o‘sishi va rivojlanishini ta’minlaydi [7–9].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Amaliy qism va analiz usullari. Tadqiqot obyekti sifatida gidroksipropil-metilsellyuloza (GPMS), vinilatsetat (VA) va xrom (III) nitrat asosida sintez qilingan gidrogellar tanlab olindi.

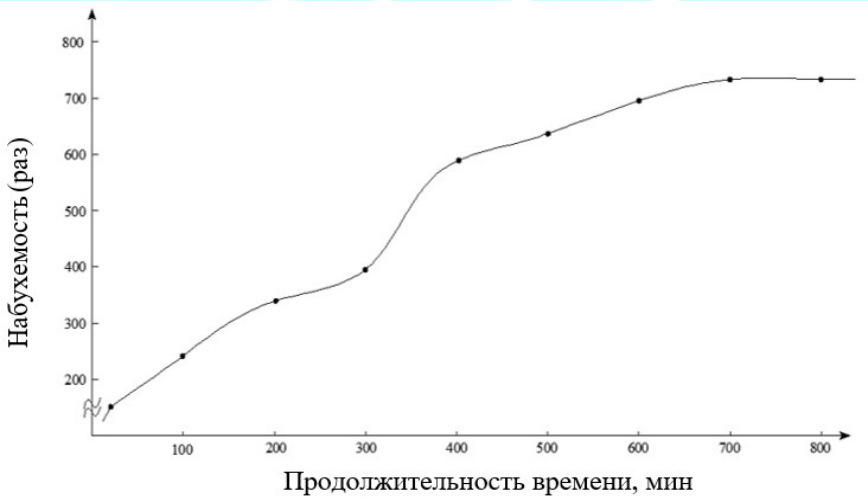
Eksperimental jarayon quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi: 8,2 ml hajmdagi akril kislotasi 600 ml hajmli shisha kolbaga quyildi. So‘ngra mexanik aralashtirgich yordamida doimiy aralashtirish sharoitida akril kislotasining 60% gacha neytrallanishini ta’minlash maqsadida 15% li natriy gidroksid eritmasi asta-sekin qo‘shildi. Bunda harorat 0 °C dan oshmasligi kerak, ya’ni kolba muzli suvli hammomda ushlab turildi. Sovutilgan reaksion aralashmaga aralashtirish davomida 3 ml vinilatsetat qo‘shildi. Keyin 6 g karbamid 15 ml distillangan suvda eritildi va hosil bo‘lgan eritmaga 0,05–0,5% li xrom (III) nitrat eritmasi 30 daqiqa davomida asta-sekin qo‘shib borildi. Shundan so‘ng kolbaga avvaldan tayyorlab qo‘yilgan 0,5 g gidroksipropilmetilsellyuloza 30 ml distillangan suvda eritilib hosil qilingan shaffof gel qo‘shildi. Reaksion aralashma aralashtirish sharoitida 0,662 g natriy gidrokarbonat, 1,64 g bentonit va 2 g ammoniy persulfat bilan boyitildi. Reaksiya harorati asta-sekin 0 °C dan 105 °C gacha ko‘tarildi va jarayon sekin aralashtirish sharoitida 3 soat davom ettirildi. Olingan gidrogel 70 °C haroratda 48 soat davomida doimiy massa hosil bo‘lguncha quritildi. Mahsulotning chiqish darajasi 89% ni tashkil etdi. Sintez qilingan gidrogelning maksimal shishish darajasi 737 g/g ga teng bo‘ldi.

Derivatografik tahlil namunalar “Differensial-termik analizator DTG-60 Shimadzu” asbobida 30–700 °C harorat oralig‘ida, qizdirish tezligi 5 °C/min bo‘lgan sharoitda amalga oshirildi. IK-spektroskopiya tahlillari esa “IR Tracer–100” (SHIMADZU CORP., Yaponiya) spektrometrida o‘tkazildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosida sintez qilingan gidrogelning shishish darajasi vaqt davomiyligiga bog‘liqligi o‘rganildi, tadqiqot natijalari 1-rasmda keltirilgan.

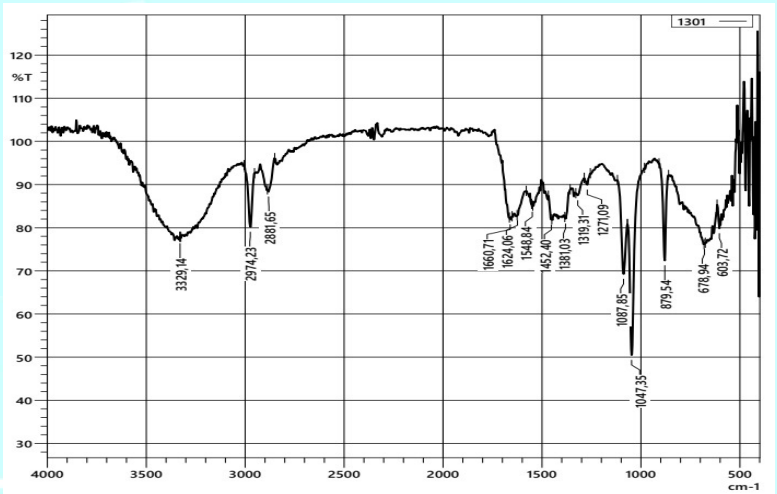
ISSN 3030-3907



1-rasm. GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosidagi gidrogelning shishish darajasining vaqt davomiyligiga bog‘liqligi

Olingan natijalar tahlili (1-rasm) shuni ko‘rsatdiki, gidrogelning dastlabki shishish darajasi 200 martadan oshmagan. 100–300 daqiqa oralig‘ida shishish darajasi 300–400 martagacha oshgan bo‘lib, bu gidrogelning faol funksional guruhlari bilan suv molekulalari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirning boshlanishini ko‘rsatadi. 300–500 daqiqa oralig‘ida shishish darajasining intensiv oshishi kuzatilib, u 500–600 martalik qiymatga yetgan. Ushbu bosqichda gidrogel namlikni eng yuqori darajada yutish qobiliyatini namoyon qiladi. 500–690 daqiqa oralig‘ida shishish darajasi taxminan 730 martagacha oshgan, biroq o‘sish tezligi ancha pasaygan. 690-daqiqadan so‘ng gidrogel 737 martalik maksimal shishish darajasiga erishib, ushbu holatda barqaror saqlanadi. Bu esa gidrogelning suv bilan to‘liq to‘yinganligini ko‘rsatadi [9].

Sintez qilingan gidrogelning tuzilishi IK-spektroskopiya usuli yordamida o‘rganildi, olingan IK-spektr 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosidagi gidrogelning IK-spektri

Olingan gidrogelning IK-spektrini tahlil qilish natijasida 3329 sm^{-1} da kuzatilgan keng yutilish chizig‘i –OH guruhlarining valent tebranishlariga mos kelishi aniqlandi. 2974–2881 sm^{-1} oralig‘idagi valent tebranishlar –CH guruhlariga

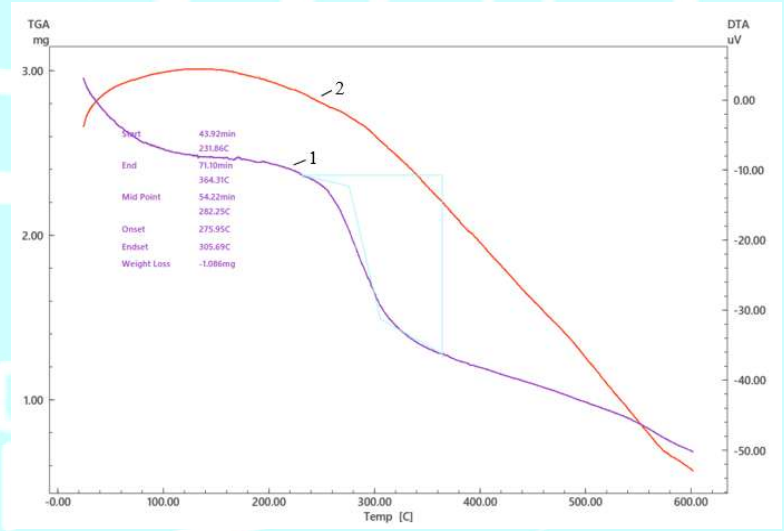
ISSN 3030-3907

xos bo‘lib, ularning deformatsion tebranishlari 679–604 sm^{-1} diapazonda namoyon bo‘ladi. Karbonil –C=O guruhining valent tebranishlari 1660–1624 sm^{-1} oralig‘ida qayd etilgan. 1087–1047 sm^{-1} diapazondagi yutilishlar esa efir bog‘ining –C–O–C– deformatsion tebranishlari bilan izohlanadi.

Keltirilgan xarakterli chiziqlar majmui GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosida hosil bo‘lgan gidrogel tuzilmasining shakllanganligini tasdiqlaydi.

Gidrogel gidroksipropilmetilsellyuloza (GPMS), akril kislotasi (AK), vinil-atsetat (VA) va Cr^{3+} tuzi (bog‘lovchi sifatida) asosida sintez qilindi.

GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosidagi superabsorbent gidrogelning termik xususiyatlari derivatografik tahlil usuli yordamida o‘rganildi. Olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. GPMS/AK/VA/Cr^{3+} asosidagi gidrogelning derivatogrammasi: 1 – DTGA egri chizig‘i, 2 – DSK egri chizig‘i.

Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, massa yo‘qotilishi asosan ikki bosqichda kechadi (3-rasm, DTGA egri chizig‘i). Birinchi bosqichda, 41–200 °C harorat oralig‘ida, namunadagi massa 22,73 % ga kamayadi. Ikkinchi bosqichda, 200–450 °C diapazonda qizdirilganda, asosiy massa yo‘qotilishi sodir bo‘ladi va u 60,12 % ni tashkil etadi.

Parchalanuvchanlik tezligi tahliliga ko‘ra, 200–450 °C harorat oralig‘ida destruksiya tezligi 2,22 dan 4,12 mg/min gacha o‘zgaradi. Gidrogelning parchalanish jarayoniga sarflangan energiya miqdori tahlili natijasida aniqlanishicha, 200–450 °C diapazonda u ortib boradi va 0,321–2,332 µV•s/mg qiymatlarga yetadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Gidroksipropilmetilsellyuloza (GPMS) asosida, vinilatsetat va akril kislotasi ishtirokida gidrogellar sintez qilindi. Gidrogellarning suvni yutish qobiliyatiga vinilatsetat konsentratsiyasining ta’siri o‘rganildi. Bundan tashqari, GPMS asosidagi gidrogellarning termik xususiyatlari tahlil qilinib, qizdirish jarayonida

ISSN 3030-3907

massa yo‘qotish miqdori, termik parchalanish tezligi va gidrogel tuzilmasining buzilishi uchun zarur bo‘lgan energiya miqdori aniqlandi. GPMS asosidagi gidrogellarning tuzilmasi **infraqizil (IK) spektroskopiya usuli** yordamida o‘rganildi, bu esa ularning molekulyar tuzilish xususiyatlarini aniqlash imkonini berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Мухиддинов Б.Ф., Исроилов О.И., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д.. Синтез гидрогелей на основе карбоксиметилцеллюлозы и солей хрома. Материалы докладов 88-й научно-технической конференции профессорскопреподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, 2024, Belorussia.
2. Мухиддинов Б.Ф., Исроилов О.И., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д., Синтез и исследование свойств экологически чистого универсального супер абсорбирующего гидрогеля. 2024. Universum: "Химия и биология".
3. Omirova R.Z., Bolysbek A.A., Shirinov S.D., Dzhalilov A.T. Synthesis and research of polymer hydrogels on the basis of hydrolysed polyacrylonitrile and yepichlorhydrin. 2019. Rasayan Journal of Chemistry.
4. Yusuff O., Mohd Y., Fatai A., Samuyel Ch., Superabsorbent Polymer Hydrogels for Sustainable Agriculture: A Reviyew. Adekunle Institute of Tropical Agriculture and Food Security, Universiti Putra Malaysia. Malaysia. 2022.
5. Ahmed YE.M., Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: 2015. A reviyew. J. Adv. Res.
6. Мухиддинов Б.Ф., Исроилов О.И., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д., Исроилова Г.А.. ИК-спектроскопические и термогравимет-рические исследования гидрогелей, синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы. Universum: технические науки. 2024.
7. Мухиддинов Б.Ф., Ахтамов Д.Т., Исроилов О.И., Исроилова Г.А.. Гидроксипропилметилцеллюлоза асосида синтез қилинган гидрогелларнинг ик-спектроскопик ва термогравиметрик таҳлили. Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjumanning axborot xati. Namangan muhandislik-texnologiya instituti. 18-19 aprel. 2025 yil. Namangan shahri.
8. Djafari P., Ranjbar, Rasooly G., Environmentally friendly superabsorbent fibers based on electrospun cellulose nanofibers extracted from wheat straw. 2021. Carbohydrate Polymers January.
9. Мухиддинов Б.Ф., Исроилов О.И., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д.. Целлюлоза хосилалари асосида синтез қилинган гидрогеллар ва уларнинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамияти. Termiz davlat pedagogika instituti, Umumiy va noorganik kimyo instituti, Termiz davlat universiteti, xalqaro ilmiy-texnikaviy

ISSN 3030-3907

anjumani. “Kolloid kimyo: kimyoviy texnologiya, ekologiya va sanoat uchun innovatsiyalar va yechimlar” 2025 yil.

ISSN 3030-3907