

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

XOLNAZAROV BAXODIR AZAMOVICH

**TABIIY POLISAXARIDLAR SOPOLIMERLARI ASOSIDA YUQORI
BO‘KUVCHAN VA BIOPARCHALANUVCHAN GIDROGELLAR OLIH
TEKNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.14-Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Termiz – 2023

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора (DSc)

Contents of dissertation abstract of doctor (DSc)

Xolnazarov Baxodir Azamovich

Tabiiy polisaxaridlar sopolimerlari asosida yuqori boʻkuvchan va bioparchalanuvchan gidrogellar olish texnologiyasini ishlab chiqish3

Xolnazarov Baxodir Azamovich

Разработка технологии получения высоконабухающих и биоразлагаемых гидрогелей на основе сополимеров природных полисахаридов.....27

Kholnazarov Bakhodir

Development of technology for obtaining high-swelling and biodegradable hydrogels based on copolymers of natural polysaccharides.....51

Eʼlon qilingan ishlar roʻyxati

Список опубликованных работ

List of published works.....55

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

XOLNAZAROV BAXODIR AZAMOVICH

**TABIIY POLISAXARIDLAR SOPOLIMERLARI ASOSIDA YUQORI
BO‘KUVCHAN VA BIOPARCHALANUVCHAN GIDROGELLAR OLIH
TEKNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.14-Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Termiz – 2023

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.2.DSc/T3551 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Termiz davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (termizdu@umail.uz) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Turayev Xayit Xudaynazarovich
kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Raxmanberdiyev Gappar Raxmanberdievich
kimyo fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich
texnika fanlari doktori, professor

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Umumiy va noorganik kimyo instituti

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 raqamli Ilmiy kengashning «_____» _____ 2023-yil soat _____ dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail:termizdu@umail.uz

Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ _____ raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail:termizdu@umail.uz

Dissertatsiya avtoreferati 2023-yil «_____» _____ kuni tarqatildi.
(2023-yil «_____» _____ dagi _____ raqamli reestr bayonnomasi).

I.A.Umbarov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, t.f.d., dotsent.

Sh.A.Kasimov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi, k.f.d., dotsent.

R.V.Aliqulov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, dotsent.

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Bugungi kunda dunyo aholisining va qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirish yuqori sur‘atlarda o‘sib borishi natijasida ichimlik suvi va suv tejamkor polimer mahsulotlarga bo‘lgan ehtiyoj yildan yilga oshib bormoqda. Suv taqchilligi sababli ekinlar hosildorligi kamayib bormoqda. Ushbu muammolarni hal etilishida o‘zida ko‘p miqdorda suvni yutadigan, saqlaydigan va qurg‘oqchilik paytda o‘simliklarga ildiz tizimi orqali osonlik bilan qaytarib beradigan ekologik toza, arzon qishloq xo‘jaligi gidrogellarini sanoat darajasida ishlab chiqarish va ulardan amalda foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda yuqori sorbsion xususiyatli gidrogellar ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada tabiiy polisaxaridlar sopolimerlari asosida bioparchalanuvchan, o‘zida ko‘p miqdordagi suv va mineral o‘g‘itlarni saqlaydigan, suv tanqisligi sababli foydalanilmay kelayotgan yerlardan hosil olish imkonini beradigan, mineral o‘g‘itlarni tuproqning unumdor qatlamida saqlashi hisobiga, uning sarfini kamaytiradigan va tuproqqa atmosfera yog‘inlari yoki sug‘orish yo‘li bilan o‘tgan suvni o‘simliklar ildiziga bemaol o‘tadigan holatda saqlashi hisobiga suv sarfini tejaydigan, ichki bozorda import o‘rnini bosuvchi, ekologik toza va arzon yuqori bo‘kuvchan qishloq xo‘jaligi gidrogellarini olish texnologiyasini ishlab chiqishga alohida e‘tibor berilmoqda.

Mamlakatimizda kimyo sanoatining yangi turdagi materiallar ishlab chiqarish yo‘nalishida muayyan natijalarga erishilmoqda, jumladan mahalliy bozorni import o‘rnini bosuvchi kimyoviy reagentlar bilan ta‘minlash sohasida keng ko‘lamli qator tadbirlar amalga oshirilmoqda. Respublikamizda, innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali sanoat obyektlarini yuritishning ilmiy asoslangan tizimi va atrof-muhitni muhofaza qilishning chora-tadbirlarini amalga oshirishga katta e‘tibor qaratilmoqda. Yangi O‘zbekistonning 2022–2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida»¹ iqtisodiyotni rivojlantirish ustuvor yo‘nalishlari belgilangan hamda mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zgartirish masalalari alohida belgilab qo‘yilgan. Bu borada, jumladan, mahalliy xomashyolar asosida suv tejamkor polimer materiallarni ishlab chiqarish uchun iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza texnologiyalarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi farmoni, 2017-yil 29-avgustdagi PQ-3246-sonli “Kimyo sanoati tashkilotlarining eksport-import faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi, 2018-yil 17-yanvardagi PQ-3479-sonli “Mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarining talab yuqori bo‘lgan mahsulot va xomashyo turlari bilan barqaror ta‘minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi va 2019-yil 3-apreldagi PQ-4265-sonli “Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. "Kimyoviy texnologiya va nanotexnologiya" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi².

Polisaxaridlar asosida yangi polimer gidrogellarni olish hamda ularni amaliyotda qo'llash bo'yicha ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalari, jumladan: Institute of Technology (AQSh), State University New Jersey American Chemical Society (AQSh), Rossiya kimyo-texnologiya universiteti, Sumitomo Chemical (Yaponiya), Creative Engineering Plastics markazi (Janubiy Koreya), School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University (Xitoy), Dutch Polymer Institute (Germaniya), Cambridge University (Angliya), School of Engineering University (Hindiston), Center for Computational Materials Science, Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences (Slovakia), Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutida (O'zbekiston) olib borilmoqda.

Jahonda turli polisaxaridlardan foydalanilgan holda yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish usullarini ishlab chiqishga oid quyidagi ilmiy natijalar olingan: xitozan sopolimerlari asosida qishloq xo'jaligi gidrogellarini olishning optimal sharoitlari ishlab chiqilgan (World Academy of Science, Engineering and Technology (Hindiston), selluloza sopolimerlari asosida bioparchalanuvchan gidrogellar olingan (Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá (UEM) (Brazilya), akrilamid monomeri va karbamid asosida yuqori bo'kuvchan qishloq xo'jaligi gidrogellari olingan (Muhammadiyah nomidagi Sukabumi Muhammadiyah universiteti Indoneziya), akril kislota asosida qurilishda ishlatiladigan gidrogellar olish sharoitlari o'rganilgan (ACS Sustainable Chemistry Engineering (Kitay), gidrolizlangan poliakrilonitril asosida qishloq xo'jaligi gidrogellarini olishning optimal sharoitlari ishlab chiqilgan (Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, O'zbekiston).

Jahonda polisaxaridlar va ularning hosilalari asosida suvda yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha qator, jumladan quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda: polisaxaridlar asosida ekologik toza va arzon yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish; yuqori bo'kuvchan gidrogellarning xossalariga polisaxaridlar ta'sirini aniqlash; yuqori bo'kuvchan gidrogellarning xossalariga minerallarning ta'sirini asoslash; gibrid polisaxaridlar asosida bioparchalanuvchan gidrogellar olish texnologiyalarini ishlab chiqish.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Suvda yuqori bo'kuvchan gidrogellar sintezi va olish texnologiyasini rivojlantirish borasida xorijda S.D. Zhang, Salih Muharam, S.K. Gulrez, Alessandro F. Martins, N. Dairi, R. Nuisin, S.Al-Assaf,

²Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi <http://www.scholar.google.com>, <http://www.sciencedirect.com> va boshqa manbaalar materiallari asosida tayyorlangan.

A.Abidin, M.R. Lutfor, M.Z. Rahman, M.J. Zouhuriaan-Mehr, K.Kabiri, A.I.Jushman, D.E. Garli, C.Ivanov, V.V. Vasilevskoy tomonidan, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasida: A.T. Djalilov, X.X. Turaev, Sh.D. Shirinov va boshqalar ilmiy tadqiqotlar olib borgan.

Ular tomonidan qishloq xo‘jaligida, tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, qurilishda, qadoqlashda va sanoatning boshqa bir qator sohalarida qo‘llaniladigan sintetik materiallar, tabiiy polisaxaridlar va turli jelatinalar asosli gidrogellar sintez qilingan.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, mahalliy xomashyolar asosida yangi turdagi suv tejamkor va ekologik toza gidrogellarni olish quyidagi masalalarni o‘z ichiga qamrab oladi:

polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri va minerallar o‘rtasidagi ta’sirlashish mexanizmi va optimal sharoitini o‘rganish;

mahalliy xomashyolar asosida gidrogellar sintez qilish, fizik-mexanik, texnologik va bo‘kuvchanlik xossalarning reagentlar tabiati va massasiga bog‘liqligini aniqlash;

tabiiy polisaxaridlar sopolimerleri asosida arzon va samarali ekologik toza polimer materiallar olish texnologiyasini yaratish, ularni keng ko‘lamda amaliyotda qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar olib borish.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishi rejaları bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Termiz davlat universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining OT-Φ7-34 raqamli «Kompleks hosil qiluvchi polifunksional ionitlar sintezi va ular yordamida ba’zi d-metallarni ajratishning nazariy asoslari» (2017-2020-yy.), №-137/14 «Mahalliy xomashyolar asosida suv va mineral resurslarni tejovchi, suvda yuqori bo‘kuvchan va bioparchalanuvchan gidrogellar ishlab chiqarish» (2021-2022-yy.), mavzusidagi fundamental va tijoratlashtirish loyihalar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi polisaxaridlar sopolimerleri asosida tabiiy iqlim va tuproq sharoitlariga mos bo‘lgan samarali, yuqori bo‘kuvchan va bioparchalanuvchan gidrogellar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Tarkibida tabiiy polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, tabiiy minerallar turli xil bog‘lovchi va inisiatorlar bo‘lgan yuqori bo‘kuvchan gidrogellar sintez qilishning optimal sharoitlarini aniqlash;

tabiiy polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, tabiiy minerallar – bentonit, montmorillonit, kaolin asosida olingan yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishini zamonaviy tadqiqot usullari yordamida tadqiq qilish;

yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning sorbsion xossalari va daslabki moddalarning konsentratsiyalari va eritmadagi ionlar zichligining ta’sirini aniqlash;

olingan gidrogellarning bo‘kuvchanlikiga distillangan suv va turli xil tuzlarning har xil konsentratsiyali eritmalarini hamda ishqoriy va kislotali muhitlarning ta’sirini tadqiq etish;

olingan gidrogellarning termik barqarorligi va bo'kuvchanligiga tabiiy minerallar - bentonit, montmorillonit va kaolin konsentratsiyalarining ta'sirini aniqlash;

olingan gidrogellarning qishloq xo'jaligida suv va mineral o'g'itlar sarfini tejashi, o'simliklar hosildorligini oshirishi, cho'llanishni oldini olishi, shuningdek, tuproq hamda yer osti suvlarini sho'rlanishini oldini olishdagi xossalarni tadqiq qilish;

tabiiy polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerlari, karbamid va tabiiy minerallar asosida yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasini ishlab chiqish va ularni qo'llash samaradorligini texnik iqtisodiy asoslash.

Tadqiqotning obyekti sifatida makkajo'xori kraxmali, paxta sellyulozasi, yog'och qipig'i sellyulozasi, natriy karboksimetilsellyuloza, xitozan, akrilonitril, akrilamid, limon kislotasi, akril kislotasi, karbamid, bentonit, kaolin, montmorillonit, natriy gidrokarbonat, ammoniy persulfat, N,N-metilenbisakrilamid, epixlorgidrin, glutaraldegid, kaliypersulfat olingan.

Tadqiqotning predmeti yuqori bo'kuvchan gidrogellarning fizik-kimyoviy xossalarga polisaxaridlar, gibrid polisaxaridlar, vinil monomerlari, karbamid va tabiiy minerallar, bog'lovchilar, inisiator hamda natriy gidrokarbonat ta'sirini tadqiq etish va yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlar natijasida olingan gidrogellarning tuzilishi, fizik-kimyoviy va morfologik xossalarni o'rganishda skanerlash elektron mikroskopiya, infraqizil spektroskopiya, termogravimetriya va differensial skanerlash kalorimetriya usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerlari, karbamid, limon kislotasi, tabiiy minerallar - bentonit, montmorillonit, kaolin va natriy gidrokarbonat asosida yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning optimal sharoitlari aniqlangan;

polisaxaridlar gibridi asosida olingan gidrogellarning sho'r, kislotali, ishqoriy kabi agressiv muhitlarga chidamliligi, yuqori miqdorda suv yutuvchanligi, yutilgan suvni 48-64 sutka ushlab turish xossalari aniqlangan;

eritmada monovalent (NaCl), ikki valentli (CaCl_2) va uch valentli (AlCl_3) ionlar va bir valentli ko'p atomli kationlar (NH_4Cl) bo'lgan tuzlarning konsentratsiyalari oshib borishi bilan ionlar zichligining yuqori bo'lishi hisobiga sintez qilingan gidrogellarning bo'kuvchanligi pasayishi aniqlangan;

yuqori bo'kuvchan gidrogellarning polimer zanjiri va matritsasiga gidrofil guruhlarga boy bo'lgan polisaxaridlar gibridi va minerallar - karbamid, bentonit, montmorillonit, kaolini kiritilishi natijasida gidrogellarni suv yutuvchanligini 25% ga, suvni ushlab turish vaqti 20% ga ortishi va namni ildiz atrofida saqlashi hisobiga suv sarfining 20-25% ga kamayishi isbotlangan;

tabiiy polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridi, karbamid, bentonit, montmorillonit, kaolin va vinil monomerlari asosida olingan gidrogellar mineral o'g'itlar sarfini 17-22 % gacha kamaytirishi va o'simliklar hosildorligini 10-15 % gacha oshirishi isbotlangan;

yuqori bo'kuvchan gidrogellarni sintez qilish jarayonida natriy gidrokarbonat qo'shilganda gidrogellarda yirik g'ovaklar ko'p bo'lishi va bu g'ovaklar orqali suv va suvda erigan minerallar erkin harakatlanishi aniqlangan;

polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, tabiiy minerallar, limon kislotasi, natriygidrokarbonat asosida tabiiy iqlim va tuproq sharoitlariga mos bo'lgan, import o'rnini bosa oladigan, ekologik toza va arzon, bioparachalanuvchan, yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, tabiiy minerallar, limon kislotasi, natriy gidrokarbonat asosida mahalliy iqlim va tuproq sharoitlarida samarali ishlay oladigan yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning optimal sharoitlari aniqlangan;

sintez qilingan yuqori bo'kuvchan gidrogellar nam va mineral o'g'itlarni ildiz atrofida saqlashi hisobiga ularning sarfini kamaytirishi, o'simliklar hosildorligini oshirishi va o'simliklarni suvsizlikdan stressga tushib qurib qolishini oldini olishi ularning tarkibi va fizik-kimyoviy xossalari bilan bog'liqligi isbotlangan;

sintez qilingan gidrogellarning sho'r, kislotali, ishqoriy kabi agressiv muhitlarga chidamliligi, suv yutuvchanligi, suvni ushlab turishi va yutilgan suvni kerakli paytda o'simliklarga ildiz tizimi orqali yetkazib berish xossalari aniqlangan;

tuproq, iqlim va ekin turidan kelib chiqib yuqori bo'kuvchan gidrogellarni qo'llash bo'yicha samarali usullar ishlab chiqilgan;

olingan yuqori bo'kuvchan gidrogellarning suvni bir necha bor qayta o'zlashtirishi, toksik tabiatga ega emasligi shuningdek, ish faoliyatini oxirida o'simlik va tuproq uchun zararsiz bo'lgan tarkibiy qismlarga ajralishi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi fizikaviy va fizik-kimyoviy (termogravimetrik, elektron mikroskopik, rentgen fazali, IQ-spektroskopik) zamonaviy tadqiqot usullari bilan isbotlangan va ilmiy-tadqiqot natijalarining tajriba-sanoat sinovidan o'tganligi, shuningdek, amaliyotga joriy etilganligi tegishli dalolatnomalar bilan tasdiqlangan;

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, akrilamid, akril kislotasi, akrilonitril, karbamid va tabiiy minerallar – bentonit, montmorillonit, kaolin va natriy gidrokarbonat va bog'lovchilar ishtirokida samarali yuqori bo'kuvchan gidrogellar sintezining optimal sharoitlari aniqlanganligi va texnologiyasini ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, limon kislotasi, tabiiy minerallar, natriy gidrokarbonat asosida olingan yuqori bo'kuvchan gidrogellardan qishloq xo'jaligida suv va mineral o'g'itlar sarfini kamaytirishda, o'simliklarni suvsizlikdan stressga tushib qurib qolishini oldini olishda, suv taqchil yerlardan hosil olishda va o'simliklar hosildorligini oshirishda unumli foydalanish imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, limon kislotasi, va tabiiy minerallar asosida

samarali yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi va qo'llanilishi bo'yicha olingan natijalar asosida:

tarkibida kraxmal-sellyuloza gibridi, akrilamid, akril kislota, karbamid va tabiiy mineral – bentonit bo'lgan yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi Oltinsoy HYDROGEL MChJda amaliyotga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligining 2022-yil 9-noyabrdagi 32-14/6371-son ma'lumotnomasi). Natijada namni ildiz atrofida saqlashi hisobiga suv sarfini 20-25% ga, mineral o'g'itlarni tuproqning unumdor qatlamida saqlashi hisobiga ularning sarfini 17-22% ga kamaytirishi bilan birga o'simliklarni suvsizlikdan stressga tushib qurib qolishini oldini oladigan va o'simliklar hosildorligini 10-15% ga oshirish imkonini beradigan samarali yuqori bo'kuvchan qishloq xo'jaligi gidrogellarini ishlab chiqarish imkonini bergan.

tarkibida kraxmal-karboksimetilsellyuloza gibridi, akril kislota va montmorillonit bo'lgan yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi Oltinsoy HYDROGEL MChJda ishlab chiqarishga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligining 2022-yil 9-noyabrdagi 32-14/6371-son ma'lumotnomasi). Natijada agressiv muhitlarga chidamli, termik barqaror, ekologik toza, import o'rnini bosuvchi, arzon, bioparchalanuvchan yuqori bo'kuvchan gidrogellar ishlab chiqish imkoniyati yaratilgan.

tabiiy minerallar-bentonit, kaolin, montmorillonit qo'shib yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi Oltinsoy HYDROGEL MChJda ishlab chiqarishga joriy qilingan. (O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligining 2022-yil 9-noyabrdagi 32-14/6371-son ma'lumotnomasi). Natijada qo'llanilgan tabiiy minerallar-bentonit, kaolin, montmorillonit gidrogellar bo'kuvchanligini 25% ga, suvni ushlab turish vaqtini 20% ga oshirish bilan birga termik barqarorligini yaxshilashi va tannarxini pasaytirishi imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 14 ta, jumladan, 6 ta xalqaro va 8 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda ma'ruzalar qilingan va muhokamalardan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarning e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 30 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan, 2 ta monografiya, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik (DSc) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 14 ta maqola, shu jumladan, 7 ta maqola respublika va 7 ta maqola xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 185 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida natijalarning dolzarbligi va talabga mos ekanligi asoslangan, shuningdek, tadqiqotlarning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiq keluvchi maqsad va vazifalari shakllantirilgan; tadqiqotning obyektlari va predmeti keltirilgan; ilmiy tadqiqot natijalarining ishonchliligi asoslangan; olingan tadqiqot natijalarining ilmiy

yangiligi va amaliy ahamiyati bayon qilingan; nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

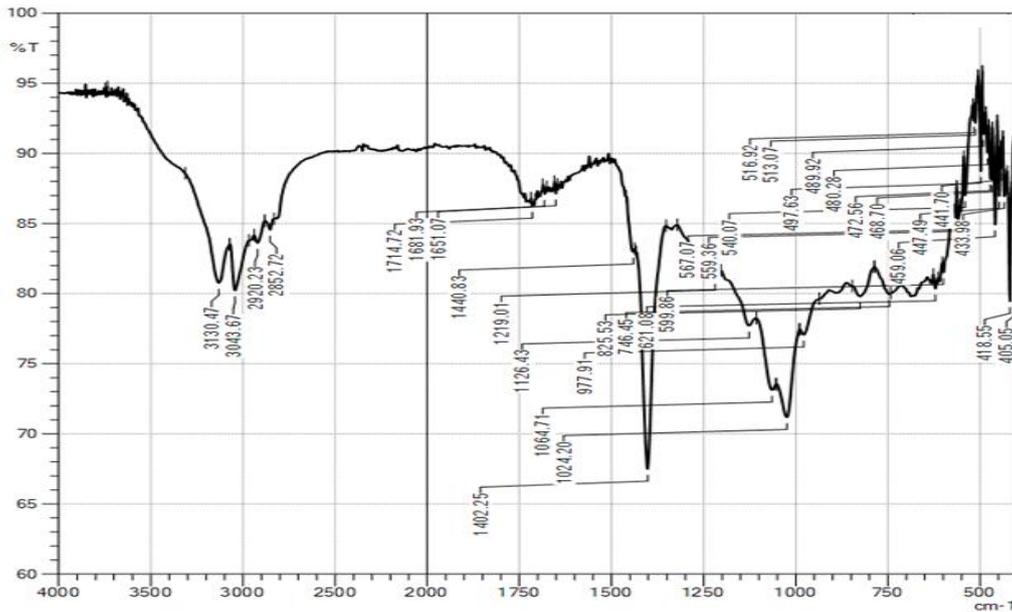
Dissertatsiyaning «**Yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning zamonaviy usullari va ahamiyati**» deb nomlangan birinchi bobida polisaxaridlar sopolimerlari asosida yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning zamonaviy usullariga doir adabiyotlarning tahlili keltirilgan. Adabiyotlardagi ma'lumotlarning tahlili shuni ko'rsatdiki, yuqori bo'kuvchan gidrogellarni olishda minerallar, polisaxaridlar, polisaxaridlar gibrirlaridan foydalanilsa ularning bo'kuvchanligi oshadi, morfologiyasi o'zgaradi, termik barqarorligi yaxshilanadi, sho'r, ishqoriy va kislotali agressiv muhitlarga chidamlilik xossalari yaxshilanishi kuzatiladi hamda iqtisodiy samaradorlikka erishiladi. Bu esa ushbu ishda tadqiqotlarning aniq maqsad va vazifalarini belgilashga asos bo'ladi.

Dissertatsiyaning «**Tarkibida tabiiy polisaxaridlar va mineral o'g'itlarni saqlagan yuqori bo'kuvchan gidrogellar sintezi**» deb nomlangan ikkinchi bobida qo'llanilgan materiallarning asosiy xarakteristikalarini va tadqiqot usullari haqida, hamda kraxmal va sellulozani epixlorgidrin bilan o'zaro bog'lanishi natijasida olingan polisaxaridlar gibridi, akril kislota, akrilamid, karbamid, bentonit va natriy gidrokarbonat asosida (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK), kraxmal-natriy karboksimetilsellyuloza gibridi, akril kislota, montmorillonit va natriy gidrokarbonat asosida (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK), yog'och qipig'i sellulozasi, akril kislota, akrilamid, karbamid, bentonit va natriy gidrokarbonat asosida (YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK), kraxmal-xitozan gibridi akrilamid, karbamid, bentonit va natriy gidrokarbonat asosida (Kraxmal-Xitozan/PAK/Kaolin/NGK), mikrokristall selluloza, limon kislota, karbamid asosida (MKS/LK/KA), o'zaro bog'langan kraxmal va akrilonitril sopolimeri asosida (Kraxmal-Kraxmal/PAN), o'zaro bog'langan selluloza, akrilamid, kaolin asosida (Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin) yuqori bo'kuvchan gidrogellarni sintez qilish bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Dissertatsiyaning uchinchi bobi «**Tabiiy polisaxaridlar va minerallar asosida olingan yuqori bo'kuvchan gidrogellar xossalari tadqiqoti**» bo'yicha olingan natijalarning tahliliga bag'ishlangan. Bu bobda olingan yuqori bo'kuvchan gidrogellarning asosiy fizik-kimyoviy xossalari o'rganish natijalari keltirilgan.

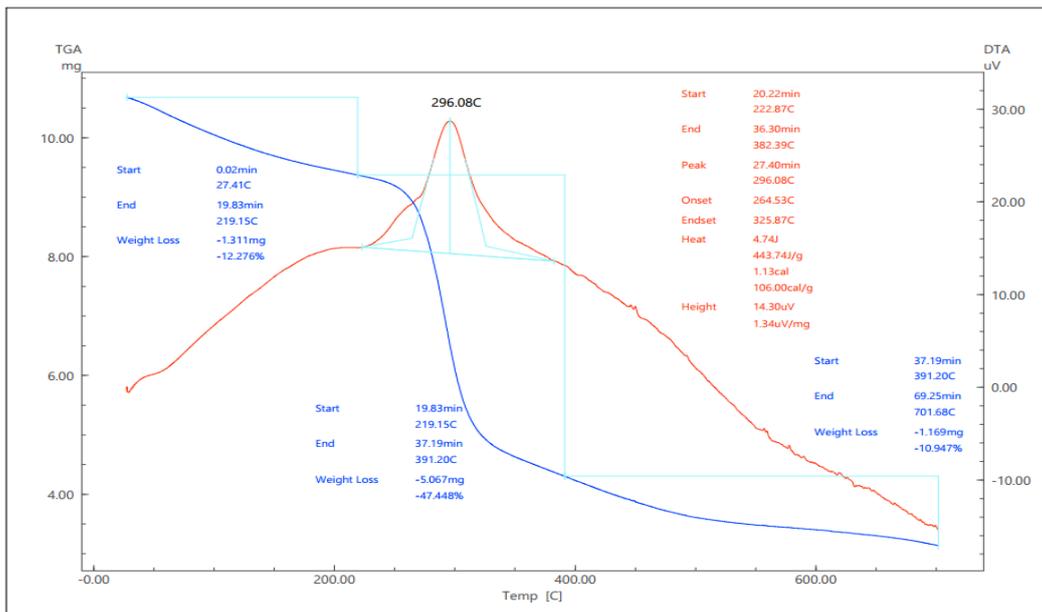
Kraxmal va sellulozani gibridi, akril kislota, akrilamid, karbamid, bentonit va natriy gidrokarbonat asosida olingan (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) gidrogelning IQ-spektridagi 3130,47 va 3043,67 cm^{-1} yutilish sohalari -OH guruhining valent tebranishi natijasida namoyon bo'ladi. 1681,93 va 1651,07 cm^{-1} yutilish sohalari bog' hosil qilishda qatnashgan mochevina hosilalarini -HN-CO-NH- va erkin NH_2 funksional guruhlarni ifodalaydi. 1714,72 cm^{-1} yutilish sohasi karboksil -COOH va uning tuzlariga -COONa tegishli deformatsion tebranish hisoblanadi. 2920,23-2852,72 cm^{-1} yutilish sohalari metil - CH_3 va metilen - CH_2 guruhlarining asimmetrik va simmetrik valent tebranishlarini najasida namoyon bo'lgan. 1440,83 va 1402,25 cm^{-1} yutilish sohalari metil guruhining asimmetrik va simmetrik deformatsion tebranishlari hamda metilen guruhining qaychisimon tebranishlari natijasida yuzaga kelgan. 1024,2 va 1064,7 cm^{-1} yutilish

sohalari Si-O guruhlarini mavjudligini bildiradi (1-rasm).



1-rasm. Hidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) IQ-spektri

Olingan gidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) termik parchalanish ma’lumotlari keltirilgan (2-rasm).



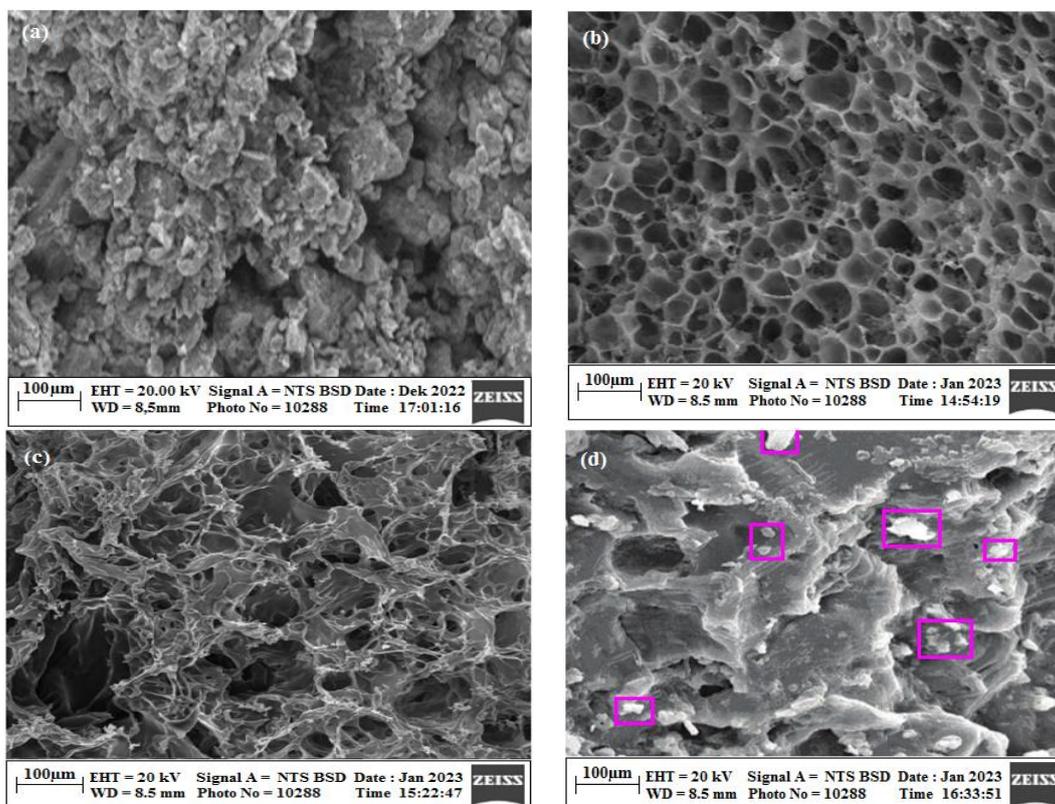
2-rasm. Hidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) termik analizi.

Gidrogelni termik analizining egri chiziqlaridan ko‘rinib turibdiki, bunda massa yo‘qotish uch bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqichda haroratning 27,41 dan 219,15 °C oralig‘ida qoldiq suvning bug‘lanishi va funksional guruhlarning dastlabki parchalanishi bilan bog‘liq. Bunda massa yo‘qotish -1,311 mg yoki -12,276% ni tashkil etadi. Polimerning ikkinchi massa yo‘qotishi 219,15°C dan 391,20 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida kuzatiladi. Bunda zanjirdagi amin, karboksil va karbonil guruhlarning to‘liq parchalanishi kuzatiladi va massa

yo‘qotish -5,067 mg yoki -47,448% ni tashkil etadi. Uchinchi massa yo‘qotish 391,20 dan 701,68 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida kuzatiladi bunda polimer zanjirlarining parchalanishi kuzatiladi, massa yo‘qotish esa -1,169 mg yoki -10,947% ni tashkil etadi. Termik analiz natijalari asosida ma‘lum bo‘ldiki gidrogellarni sintez qilish jarayonida polisaxridlar gibridi va tabiiy mineral bentonit qo‘shilganda gidrogelning termik barqarorligi yaxshilanganligi kuzatildi.

Olingan yuqori bo‘kuvchan gidrogellar namunalarining sirt morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskopiya yordamida aniqlandi. Namunani sinovdan o‘tkazish uchun u oltin kukuni bilan qoplandi. Namuna sirtini oltin bilan qoplashda QUORUM Q150 RS asbobidan foydalanildi.

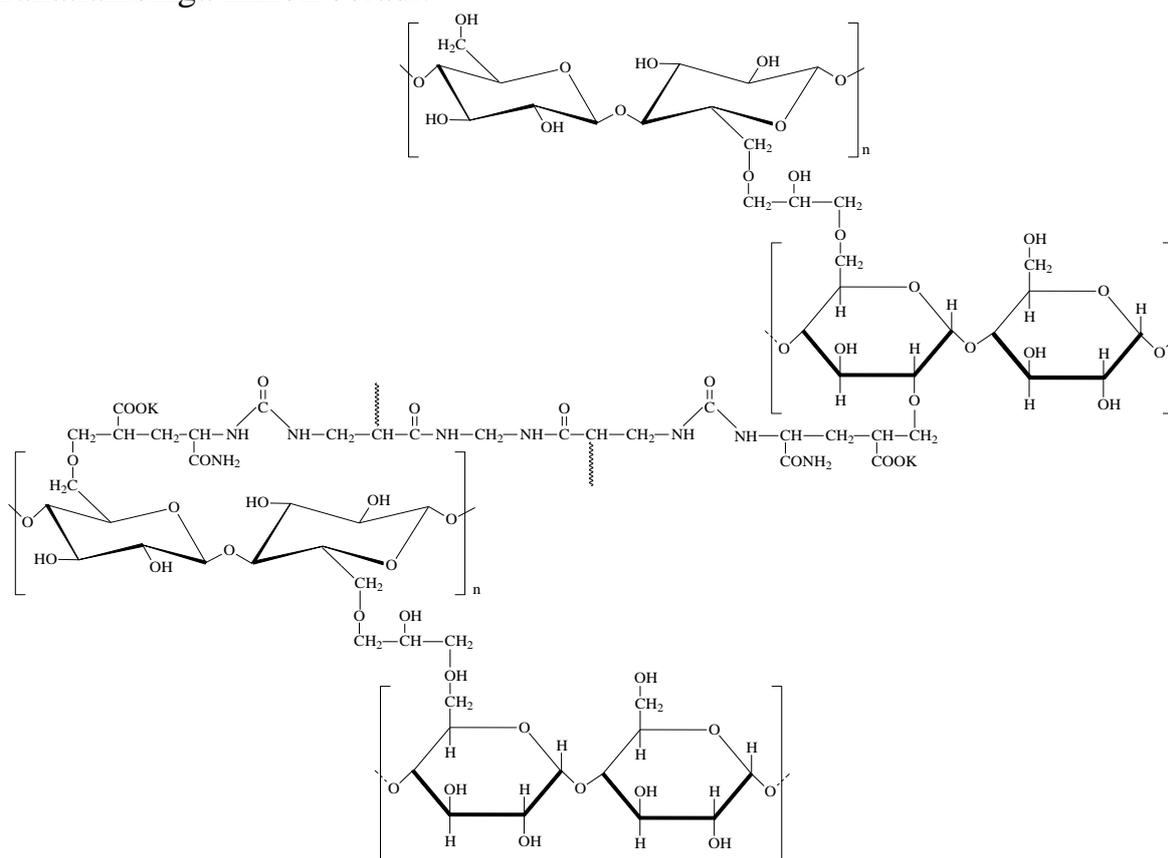
Skanerlovchi elektron mikroskopiya yordamida olingan natijalar keltirilgan (3-rasm). Gidrogellarni sintez qilish jarayonida qo‘shilgan bentonit va natriygidrokarbonat ularning morfologiyasini o‘zgartirgani aniqlandi. Gidrogelining (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA) skanerlovchi elektron mikroskop yordamida olingan tasviridan ko‘rinish mumkinki, undagi g‘ovaklar kichikroq va bentonit zarrachalari ko‘rinmaydi (3-rasm (b)). Yuqori bo‘kuvchan gidrogellarni sintezida bentonit va natriy gidrokarbonat qo‘shilganda polimer zanjirda kichik va kattaroq g‘ovaklarning ko‘payishi kuzatildi (3-rasm (c)). Bentonit polimerda gidrofil guruhlarni ko‘paytirish bilan birga kichik g‘ovaklarni ham hosil qiladi. Gidrogellardagi gidrofil guruhlarni va hosil bo‘lgan katta-kichik g‘ovaklar suvni gidrogelning ichki qismiga tezroq kirib borishini ta‘minlab uning bo‘kuvchanligini oshiradi va bo‘kish vaqtini qisqartiradi.



3-rasm. (a) Bentonit, (b) Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA (c) Kraxmal-Sell-PAK/PAM/KA/Bent/NGK va (d) Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK gidrogelning suvda bo‘kkan holati.

Olingan yuqori bo'kuvchan gidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) taxminiy tuzilish formulasi tadqiqotlar natijalari asosida quyidagicha ifodalandi (4-rasm).

Gidrofil guruhlarga boy bo'lgan polisaxaridlar gibridi, karbamid va bentonit mahalliy tuproq va iqlim sharoitlariga mos bo'lgan, agressiv muhitlarga chidamli, arzon va bioparchalanuvchan gidrogelni sintez qilishda imkon beradi. Gidrogellarning polimer zanjiriga karbamidning kiritilish natijasida uning tuproqning unumdor qatlamida saqlanishi hisobiga o'g'it sarfi kamaydi. Polimerlanish jarayonida qo'shilgan epixlorgidrin va metilenbisakrilamid polimer mahsulotning molekulyar massasini oshirganligi va suvda erib ketishini oldini olishi isbotlandi. Shuningdek, gidrogellarni sintezida polisaxaridlar gibridlaridan foydalanilganda ular polimer mahsulotning biomassasini oshiradi natijada mahsulot ish faoliyatining oxirida atrof-muhitga chiqindi qoldirmasdan parchalanib o'g'itga aylanib qoladi. Yuqori bo'kuvchan gidrogellarni olishda qo'shilgan natriy gidrokarbonat reaksiya jarayonida parchalanib ko'piklarni hosil qiladi. Ko'piklardagi gazning chiqib ketishi natijasida gidrogellarda yirikroq g'ovaklar hosil bo'ladi va bu g'ovaklar suv va unda erigan minerallarning erkin harakatlanishiga imkon beradi.

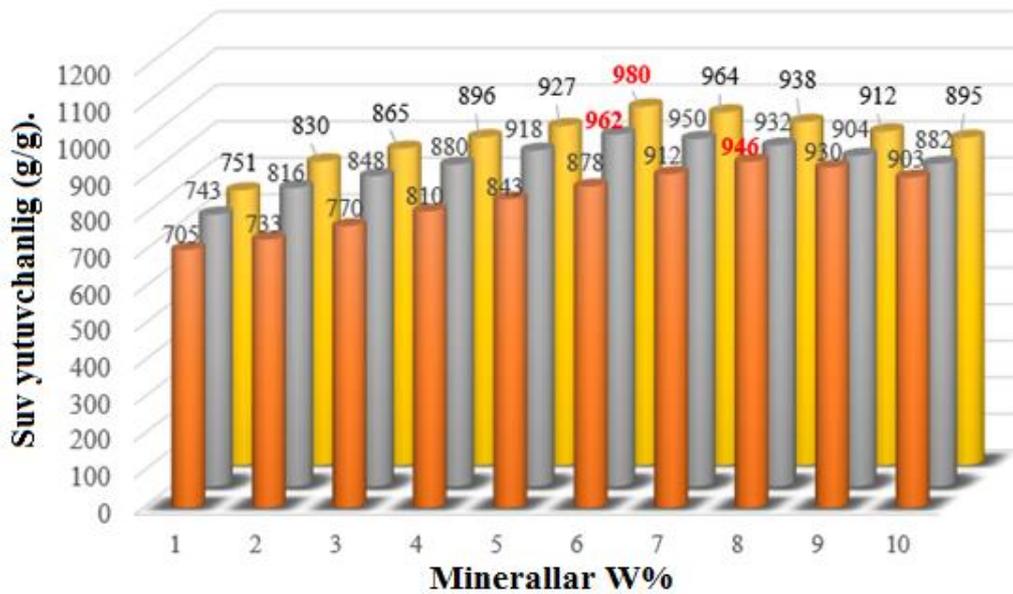


4-rasm. Gidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) tuzilish formulasi.

Gidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) fizik-kimyoviy xossasiga moddalar miqdori va turli xil muhitning ta'siri o'rganildi.

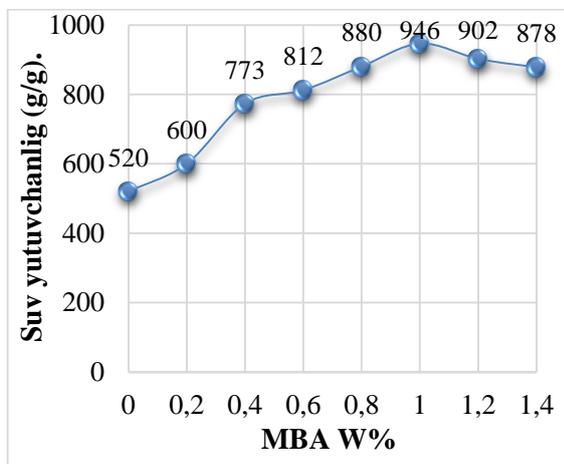
Minerallarning gidrogellar bo'kuvchanligiga ta'siri o'rganilgan. Bentonit, kaolin va montmorillonit konsentratsiyalarining gidrogellar bo'kuvchanligiga

ta'siri keltirilgan (5-rasm). Bentonitning konsentratsiyasi 8%, kaolin va montmorillonitning konsentratsiyalari 6% (Sellyuloza, kraxmal, akril kislotasi, akrilamid va karbamid massasiga nisbatan) bo'lganda fizik-kimyoviy xususiyatlari yaxshi bo'lgan yuqori bo'kuvchan gidrogellar olindi. Bentonit, kaolin va montmorillonit suvda bo'kish xususiyatiga ega, gidrogellarni sintez qilish jarayonida bu minerallardan foydalanilganda yuqori bo'kuvchan gidrogellar olish imkonini berdi. Bentonit tarkibida mavjud bo'lgan TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , FeO qo'shimcha oksidlar polimer zanjirning bog'lanish nuqtalariga ta'sir qilib zanjirning o'sishiga to'sqinlik qiladi natijasida polimerning molekular massasi pasayadi. Molekulyar massaning kamayishi natijasida polimer zanjirdagi gidrofil guruhlar ham kamayadi natijasida gidrojel bo'kuvchanligining pasayishi kuzatiladi.

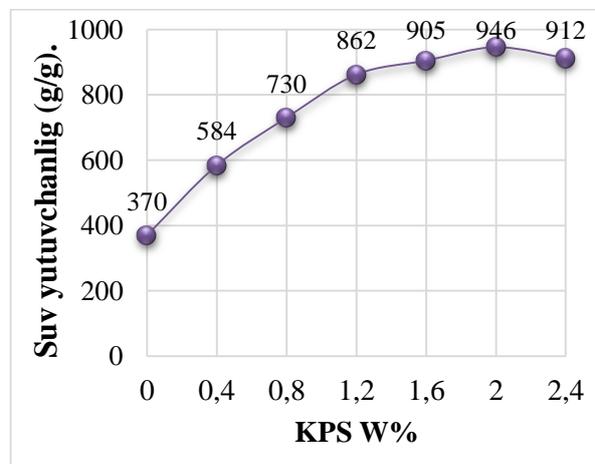


5-rasm. Bentonit (■), kaolin (■) va montmorillonit (■) minerallarining gidrogellar bo'kuvchanligiga ta'siri

Gidrogellarning bo'kuvchanligiga choklovchi reagent - metilenbisakrilamid (MBA) konsentratsiyasining ta'siri o'rganilgan (6-rasm).



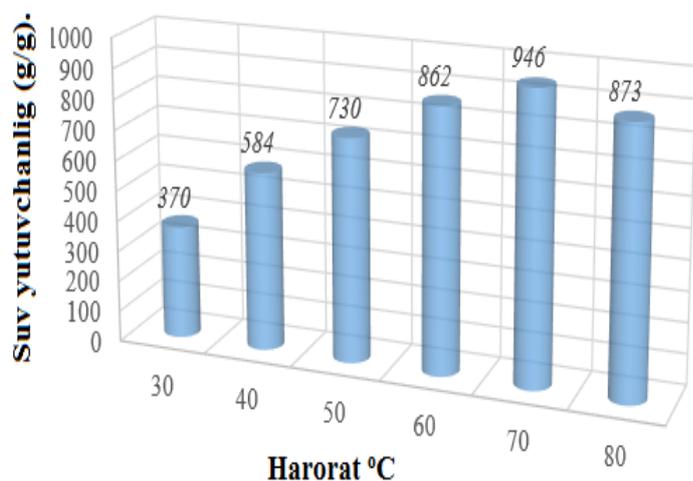
6-rasm. MBA konsentratsiyasining gidrojel bo'kuvchanligiga ta'siri.



7-rasm. KPS konsentratsiyasining gidrojel bo'kuvchanligiga ta'siri.

Bog'lovchi konsentratsiyasining 1% dan (akril kislota va akrilamid massasiga nisbatan) oshib borishi natijasida polimer zanjirda bog'lanishlar sonining oshib ketishi va bog'lanishlar tartibsiz bo'lishi hisobiga polimer zanjirda qo'shimcha tarmoqlar shakllanishi kuzatildi, natijada gidrogellarning bo'kuvchanligi pasayadi.

Gidrogellarning bo'kuvchanligiga inisiator kaliypersulfat (KPS) konsentratsiyasining ta'siri o'rganilgan (7-rasm). Inisiator birinchi navbatda polimerlar zvenosining tashqi qismida joylashgan gidroksil va karboksil guruhlarga hujum qiladi va erkin radikallarni hosil qiladi. Inisiator (KPS) konsentratsiyasi 2% bo'lganda (Sellyuloza-Kraxmal gibridi, akril kislota, akrilamid massasiga nisbatdan) gidrogelning suv yutuvchanligi yuqori bo'ladi. Inisiatorning miqdori oshiganda juda ko'plab radikal markazlar hosil qiladi bu esa monomerlarning tartibsiz bog'lanishiga olib keladi. Shuningdek, qo'zg'atuvchining miqdori ortishi bilan reaksiya jarayoni muddatidan oldin tugaydi, buning natijasida reaksiya hosildorligi va gidrogelning bo'kishi keskin kamayadi.



8-rasm. Reaksiya haroratining gidrogel bo'kuvchanligiga ta'siri.

Boshqa parametrlar o'zgartirilmagan holda 30 dan 80°C gacha bo'lgan reaksiya haroratining gidrogel bo'kish darajasiga ta'siri o'rganildi (8-rasm). Olingan natijalardan tushunish mumkinki reaksiya 70°C da olib borilganda gidrogelning bo'kuvchanligi sezilarli darajada oshgan. Reaksiya past haroratda olib borilganda polimerning polimerlanish darajasi past bo'ldi va hosil bo'lgan zanjir

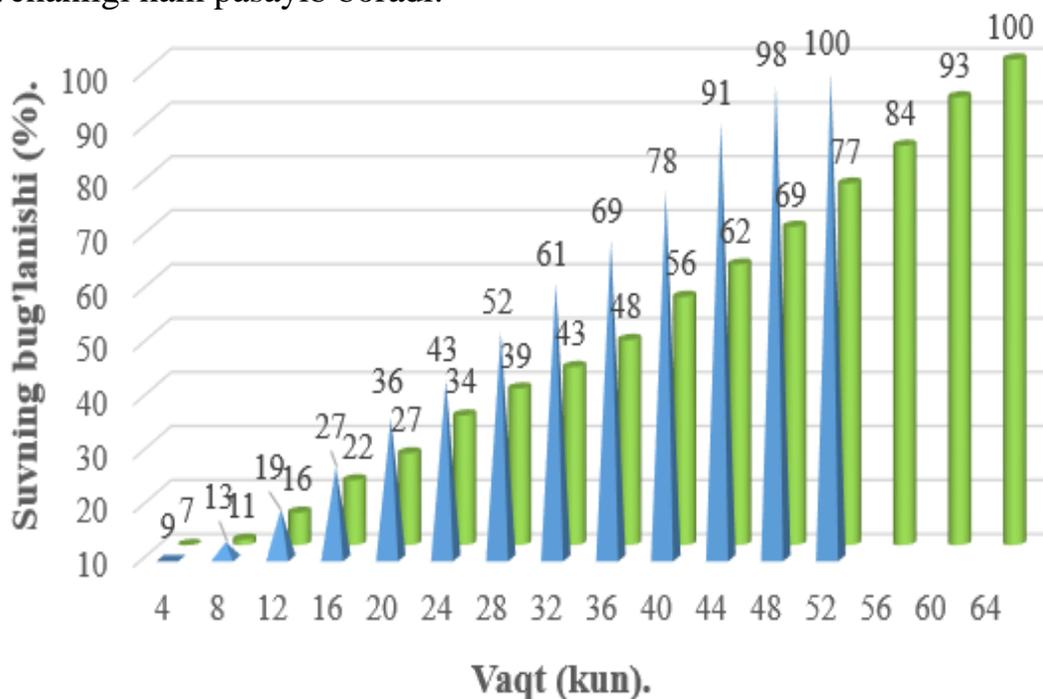
qisqa bo'lganligi uchun gidrogelning suv yutish qobiliyati ham pasaydi. Reaksiya harorati va reaksiya vaqtining oshib ketishi monomerlarning o'zaro bog'lanish darajasini oshirdi, natijada gidrogellarning bo'kuvchanligining pasayganligi aniqlandi.

Gidrogellarning suvni uzoq vaqt ushlab turishi ekinlarning oziqlanishini va to'g'ri parvarishlanishini, ayniqsa suv taqchil hududlardan yuqori hosil olishda katta amaliy ahamiyat kasb etadi. Gidrogellardagi g'ovaklar katta bo'lsa osmotik jarayon natijasida matritsa markaziga suv juda tez kirib boradi. Yuqori konsentratsiyali monomerlar eritmalarining polimerizatsiyasi jarayonida ko'pik hosil qiladigan moddalar qo'shilmasa reaksiya mahsuloti zich bo'lib qoladi. Shu sababli g'ovaklarni saqlab qolish uchun ko'pik hosil qiladigan reagent qo'shildi va olingan mahsulotni suvsizlantirish uchun etil spirtidan foydalanildi. Shuningdek, olingan gidrogel etanol yordamida suvsizlantirilganda uning g'ovaklarini qisqarishini oldini oldi. Mahsulotdan etanolni qisqa quritish natijasida olib tashlash mumkin. Bu jarayonda reaksiyaga kirishmay qolgan qoldiq mahsulot ham olib tashlanadi.

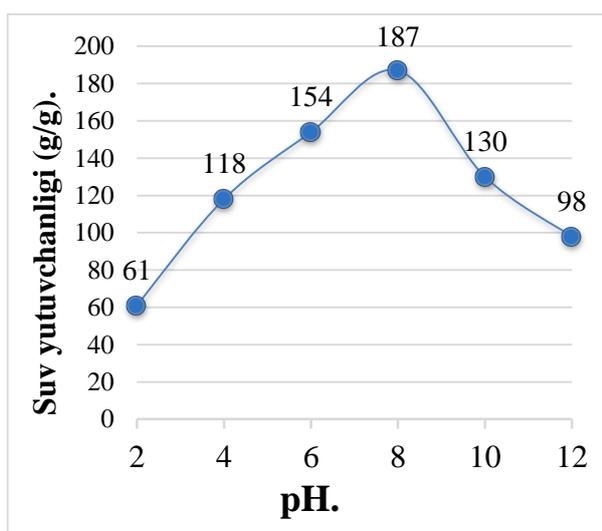
Distillangan suvda to'liq bo'kkan gidrogel 35°C haroratda saqlandi va uning suvni bug'latishi har 4 kunda kuzatildi. Suvning bug'lanishini aniqlash uchun 3 ta

tajribaning o'rtachasi olindi. Hidrogelning suvni ushlab turish vaqtini aniqlash uchun olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan (9-rasm).

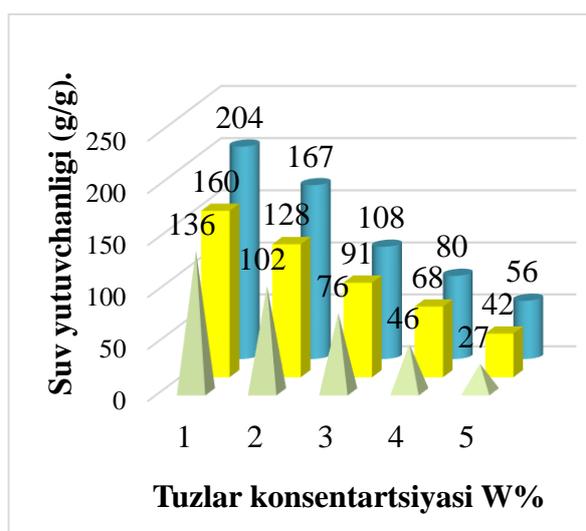
Hidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) bo'kuvchanligi pH=2-12 gacha bo'lganda o'rganildi (10-rasm). Tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki pH=2 dan 8 gacha oshib borganda gidrogellarning bo'kuvchanligi ham oshib bordi. Shuningdek, pH=8 dan yuqori bo'lganda gidrogellarning bo'kuvchanligi keskin pasayib borganligini ko'rishimiz mumkin. Bundan shuni anglash mumkinki eritmadagi ionlar zichligi oshib borishi natijasida gidrogellarning bo'kuvchanligi ham pasayib boradi.



9-rasm. Hidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA (▲)) va (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK (■)) suvni ushlab turish vaqti.

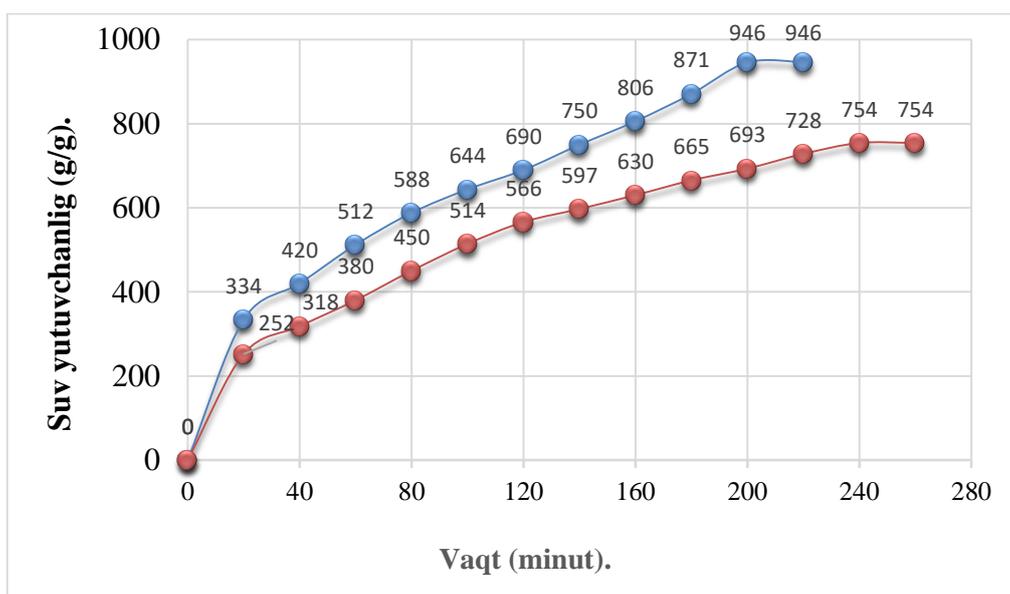


10-rasm. Hidrogelning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK) turli pH da bo'kishi.



11-rasm. Hidrogel bo'kuvchanligiga natriy xlorid (NaCl (■)), kalsiy xlorid (CaCl₂ (■)), alyuminiy xlorid (AlCl₃ (▲)) konsentratsiyasining ta'siri.

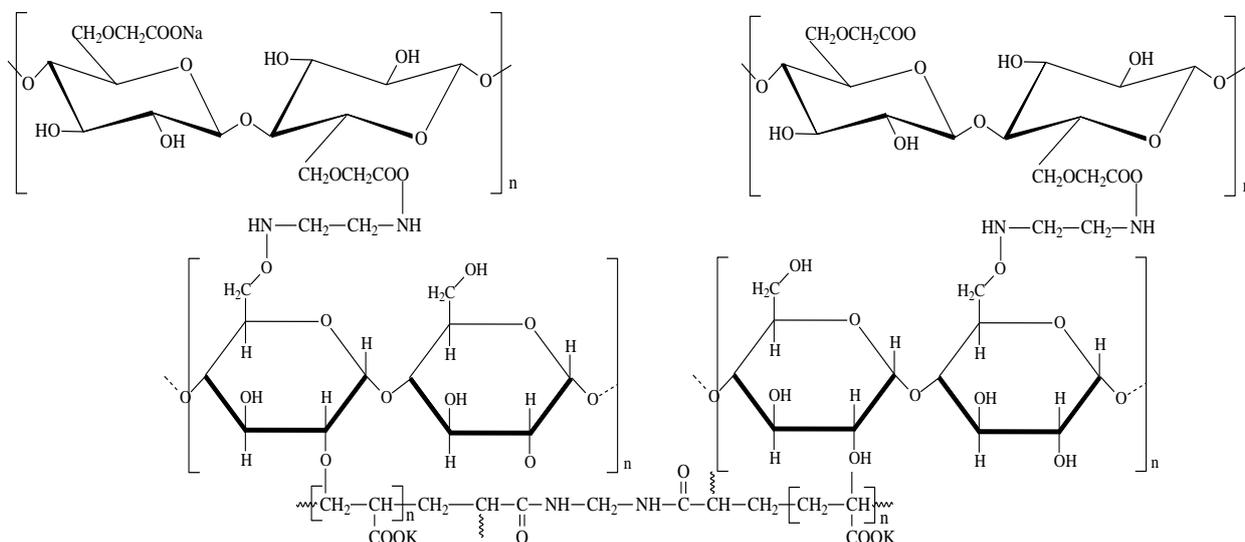
Turli xil tuzlarning har xil konsentratsiyasining gidrogel bo‘kuvchanligiga ta’siri o‘rganildi (11-rasm). Yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning bo‘kuvchanligiga tuzlar konsentratsiyasining oshib borishi teskari proporsional ekanligi aniqlandi. Bu hodisa eritmada tuz konsentratsiyasining oshishi natijasida ionlar miqdorining ko‘payishi va osmotik bosim farqining kamayishi bilan bog‘liq. Shuning uchun, gidrogellar past konsentratsiyali tuzlar eritmasida suvni yuqori yutish qobiliyatiga ega. Turli xil tuz eritmalarining turli xil konsentratsiyalarida gidrogellarning bo‘kish qobiliyati 35 °C haroratda tekshirildi. Gidrogellarning bo‘kuvchanligi tuzning turi va undagi kationlarning valentligiga ham bog‘liq ekanligi isbotlandi. Shuningdek, gidrogellarning bo‘kuvchanligi bir valentli ko‘p atomli kationlari bo‘lgan tuzlarda pasayganligi aniqlandi, masalan, NH₄Cl eritmasida.



12-rasm. Gidrogellarning (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA (—●—)) va (Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK (—●—)) distillangan suvdagi bo‘kuvchanlig vaqti.

Shuningdek, kraxmal-natriykarboksimetilsellyuloza gibridi, akril kislota, montmorillonit, va natriy gidrokarbonat asosida yangi yuqori bo‘kuvchan gidrogel (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) sintez qilingan. Gidrogelning IQ-spektrida OH va NH₂ guruhlariga tegishli chastotani 3383,14 sm⁻¹ yutilish sohasida ko‘rishimiz mumkin. 2924,09 va 2852,72 sm⁻¹ sohalarda CH₂ va CH guruhlarining valent tebranishi kuzatiladi. 1716,65 sm⁻¹ yutilish sohasi karboksil -COOH va uning tuzlariga tegishli hisoblanadi. 1635,64 sm⁻¹ yutilish sohasi -NH-CH₂-CH₂-NH-hosilalari hisoblanadi va bu -NH-CH₂-CH₂-NH- ning bog‘ hosil qilishi natijasida kuzatilgan. 1336,17 va 1556,65 sm⁻¹ sohada -COO⁻ guruning valent tebranishi hisoblanadi. 1053,13 sm⁻¹ soha Si-O-Si guruhi, 989,48 - 950,91 sm⁻¹ soha Al-O-Al guruhlari, 555,50 sm⁻¹ soha Al-O-Si guruhini borligini ifodalaydi. Gidrogelning polimer zanjirida gidroksil -OH, karbonil -COO-, kaliy karboksilat -COOK, karboilamid -CONH₂, karboksil -COOH kabi gidrofil guruhlar ko‘p ekanligi va bu gidrofil guruhlar gidrogelning bo‘kuvchanligini oshirishi aniqlandi. Ushbu gidrogelning sho‘r, kislotali va ishqori eritmalarda ham yuqori bo‘kuvchanlikka ega ekanligi aniqlandi. Shuningdek, gidrogel quruq va suvda bo‘kkandan hoida pH=7

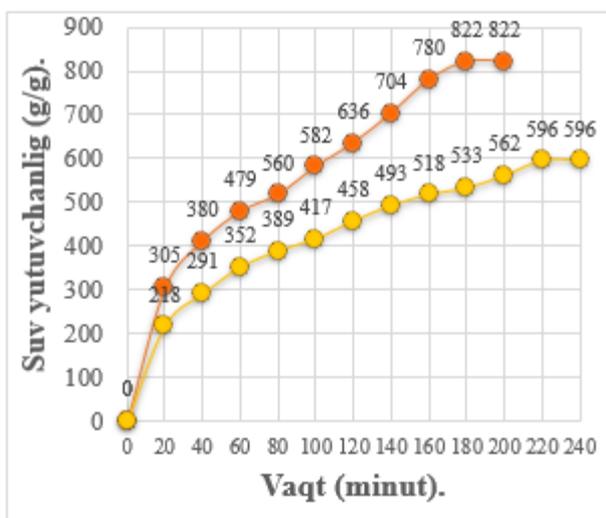
neytral hisoblanadi. Suvni bir necha bor qayta o‘zlashtiradi, hidsiz va toksik tabiatga ega emas. Ushbu gidrogel ish faoliyatini oxirida butunlay o‘simlik uchun zararsiz bo‘lgan tarkibiy qismlarga ajraladi. Olingan gidrogelning taxminiy tuzilish formulasi quyidagicha ifodalandi (13-rasm).



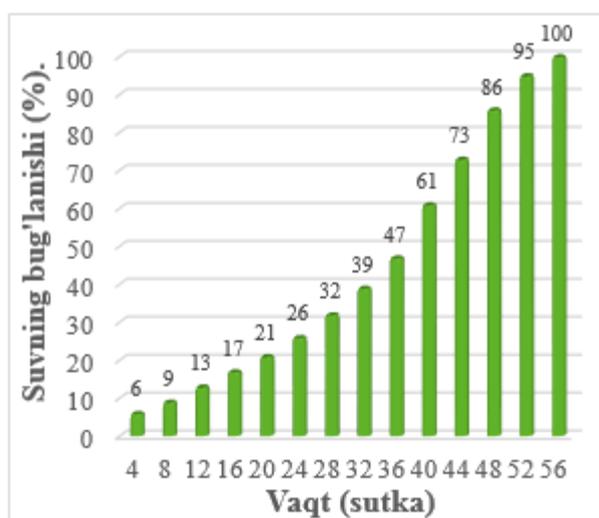
13-rasm. Gidrogelning (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) taxminiy tuzilish formulasi.

Gidrogelni (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) sintez qilishda kraxmal va natriy karboksimetilsellyulozaning massa nisbatlari 1:1 va akril kislota 2 mol bo‘lganda gidrogelning suv yutuvchanligi yuqori bo‘lishi aniqlandi.

Reaksiya haroratining gidrogel (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) bo‘kuvchanligiga ta’siri o‘rganilgan. Boshqa parametrlar o‘zgartirilmagan holda 20°C dan 80°C gacha bo‘lgan reaksiya haroratining gidrogel bo‘kish darajasiga ta’siri tekshirildi. Keltirilgan natijalardan tushunish mumkinki reaksiya 60°C da olib borilganda olingan gidrogelning suv yutuvchanligi sezilarli darajada oshgan.

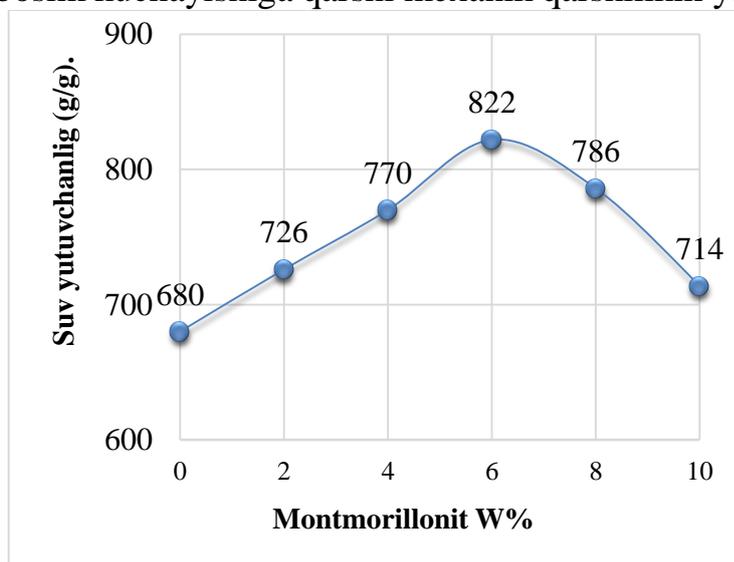


15-rasm. Gidrogellarning bo‘kuvchanligi (Kraxmal-NaKMS/PAK—●—) va (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK —●—)



16-rasm. Gidrogelning (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) suvni ushlab turish vaqti.

Shuningdek, gidrogellarning bo'kuvchanligiga bentonit, kaolin va montmorillonit zarrachalarining o'lchami ham ta'sir qilishi aniqlandi. Ko'rinib turibdiki gidrogellarni sintez qilishda montmorillonit va natriy gidrokarbonat qo'shilganda uning bo'kuvchanlik vaqti qisqarishi bilan birga suvni yutish xossasi ham yaxshilandi (15-16-rasm). Montmorillonit to'ldiruvchi vazifasini bajaradi va bosim kuchayishiga qarshi mexanik qarshilikni yaxshilashga hissa qo'shadi.



17-rasm. Montmorillonit konsentratsiyasining gidrogel (Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK) bo'kuvchanligiga ta'siri.

Montmorillonit konsentratsiyasining gidrogel bo'kuvchanligiga ta'siri o'rganildi (17-rasm). Ko'rinib turibdiki, montmorillonit konsentratsiyasi 6% dan yuqori bo'lganda polimer zanjirning bog'lanish nuqtalariga kuchli ta'sir qiladi va zanjirning o'sishiga to'sqinlik qilishi natijasida polimerning molekulyar massasi pasayadi, natijada gidrogelning suv yutuvchanligi ham kamadi. Montmorillonit bentonitdan farqli ravishda TiO_2 , Fe_2O_3 ,

MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , FeO kabi qo'shimcha oksidlardan qisman tozalangan.

1-jadvalda Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK asosli gidrogelni sintez qilishning optimal sharoitlari keltirilgan.

1-jadval

Gidrogellar bo'kuvchanligining boshlang'ich moddalar nisbati va konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Kr:NaKMS massa nisbatda, AK molda	Mont- morillonit %	$NaHCO_3$ %	KPS %	MBA %	Reaksiya harorati $^{\circ}C$	Reaksi- ya vaqti (soat)	Suv yutuvchan lik (g/g)
1:1;2	6	2,5	1,5	0,6	60	6	822
2:1;1							636
2:2;1							524
1:1;2							780
1:2;1							615
2:1;2							752
1:2;2							790

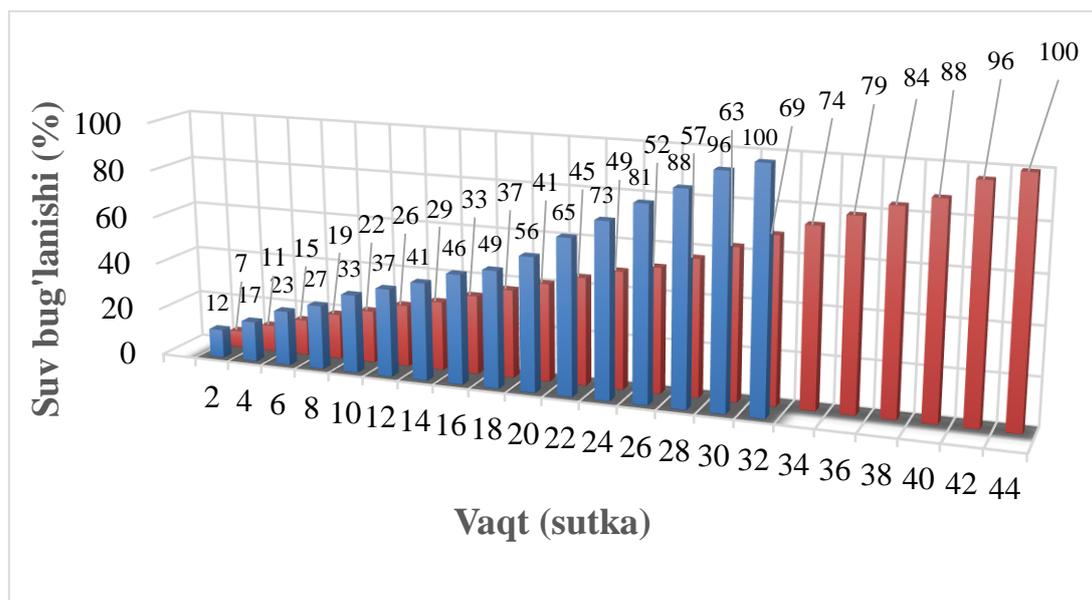
Gidrogel sintezida qo'shilgan natriy gidrokarbonat parchalanishi natijasida hosil bo'lgan karbonat angidrid gazi atmosferaga chiqib ketish jarayonida yirik g'ovaklarni hosil qiladi. Bu g'ovaklar orqali suv va unda erigan minerallar erkin harakatlanishi aniqlangan. Shuningdek, gidrogellardagi gidrofil guruhlar va hosil

bo‘lgan katta-kichik g‘ovaklar suvni gidrogelning ichki qismiga suvni tezroq kirib borishini ta‘minlab uning bo‘kuvchanligini oshiradi va bo‘kish vaqtini qisqartiradi.

Dissertatsiyaning «Yuqori bo‘kuvchan gidrogellarni sintez qilish jarayonida kuzatiladigan gellanish boshlanish vaqtiga ta‘sir qiluvchi omillarni o‘rganish» deb nomlangan to‘rtinchi bobida yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning fizik-kimyoviy xossalariga ta‘sir etuvchi gellanish boshlanish vaqti va gellanish boshlanish vaqtiga ta‘sir etuvchi barcha omillarning ta‘siri o‘rganilgan. Gellanish boshlanish vaqti - A va B komponentlar aralashmasini aralashtirish boshlanishidan polimerlanish momentigacha bo‘lgan vaqt hisoblanadi. Gellanish vaqtini aniqlash uchun Gel Timer GELNORM apparatidan foydalanildi. Buning uchun uzunligi 235 mm bo‘lgan maxsus shisha tayoqcha 5-7 mm chuqurlikda stakandagi namunaga har ikki soniyada yuqoriga va pastga harakatlantirilib botirildi. Namuna gellanib qolganda u maxsus shisha tayoqchaga yopishib birga yuqoriga ko‘tarildi. Bu jarayonning kuzatilgan vaqti gellanish boshlanish vaqti sifatida belgilandi.

Yog‘och qipig‘i sellulozasi, neytrallangan akril kislota, akrilamid, bentonit va natriy gidrokarbonat asosida yuqori bo‘kuvchan gidrogel (YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK) sintez qilingan. Gidrogelni sintez qilishda reaksiya harorati 70°C, reaksiya vaqti 4 soat, MBA 0,4%, KPS 1%, YQS–20%, NGK 2% va monomerlarning AK:AM:KA mol nisbatlari 1:1:1 tashkil etgan.

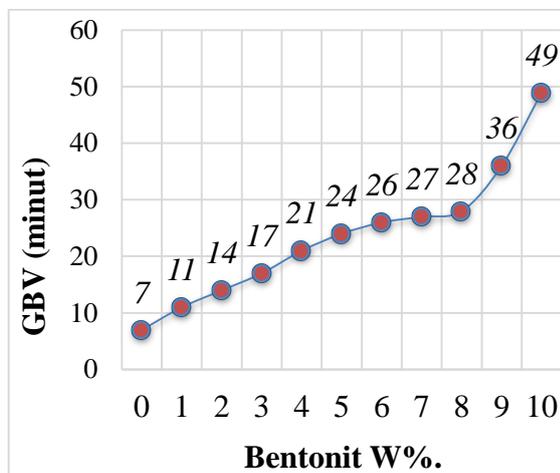
Olingan gidrogellar (YQS-PAK/PAM/KA) va (YQS-PAK/PAM/KA/Bent/NGK) distillangan suvda to‘liq bo‘ktrildi va suvni ushlab turish vaqtini aniqlash uchun 35°C haroratda saqlandi. Gidrogellarning suvni bug‘latishi har 2 kunda kuzatildi va 3 ta tajribaning o‘rtachasi olindi. Olingan tadqiqotlar natijalaridan ma‘lum bo‘ldiki olingan gidrogellar suvni o‘simliklar ildizi atrofida uzoq vaqt ushlab turadi va suvni kerakli paytda etkazib turadi. Gidrogellarning suvni ushlab turish vaqtini aniqlash uchun olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan (18-rasm).



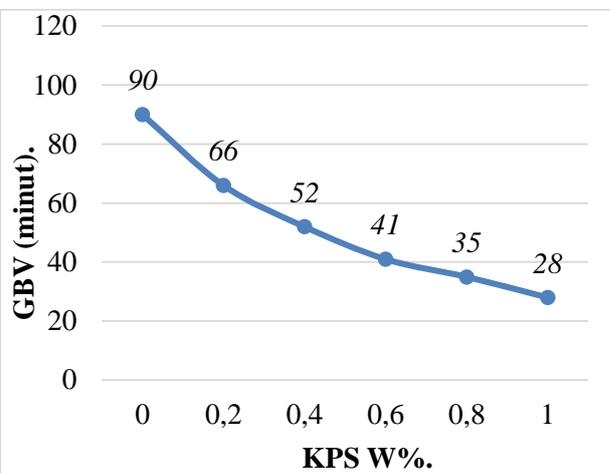
18-rasm. Gidrogelning (YQS-PAK/PAM/KA (■)) va (YQS-PAK/PAM/KA/Bent/NGK (■)) suvni ushlab turish vaqti.

Shuningdek, YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK tarkibli yuqori bo'kuvchan gidrogelni sintez qilish uchun gellanishning boshlanish vaqtiga ta'sir etuvchi omillar o'rganilgan va o'rganishlar natijalari 19-21-rasmlarda keltirilgan.

Gellanish boshlanish vaqtiga bentonit va kaliypersulfat (KPS) konsentratsiyasining ta'siri aniqlandi (19 va 20-rasm).



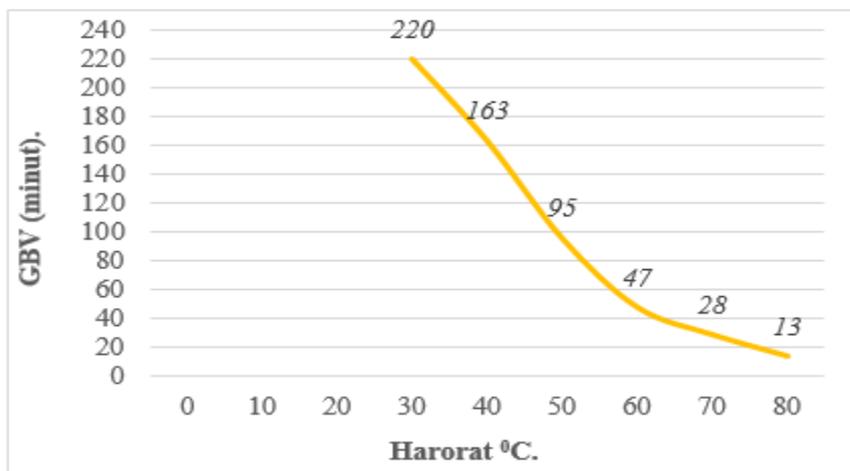
19-rasm. Gellanish boshlanish vaqtiga bentonit konsentratsiyasining ta'siri.



20-rasm. Gellanish boshlanish vaqtiga inisiator konsentratsiyasining ta'siri.

Tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki bentonitning konsentratsiyasi gellanish boshlanish vaqtiga ham ta'sir qiladi (19-rasm). Reaksiya jarayonida bentonit miqdori 8% dan oshganda (akril kislotasi, akrilamid va karbamid massasiga nisbatadan) gellanish boshlanish vaqti keskin oshdi. Gellanish boshlanish vaqtiga ta'sir etuvchi yana bir omil bu Ca^{2+} , Fe^{3+} , Ti^{2+} , Mg^{2+} kabi metall ionlari bo'lib, ular bentonit tarkibida mavjud.

Ko'rish mumkinki kaliy persulfat (KPS) konsentratsiyasi ortishi bilan gellanish boshlanish vaqti kamayadi (20-rasm). Bu reaksiya aralashmasida birlamchi radikallar sonining ortishi bilan izohlanadi. Tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki kaliy persulfat konsentratsiyasining ortishi natijasida reaksiya oxirigacha bormasdan vaqtdan oldin to'xtab qoldi. Kaliy persulfat (KPS) optimal og'irlik miqdori 1% ni tashkil etganda reaksiyaning 26-daqiqasida gellanishning boshlandi va bu konsentratsiya va vaqt optimal sharoit ekanligi aniqlandi.



21-rasm. Gellanish boshlanish vaqtiga reaksiya haroratining ta'siri.

Tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki reaksiya harorati gellanish boshlanish vaqtiga ta'sir qiladi (21-rasm). Buni harorat ko'tarilib borganda radikallar markazlar hosil bo'lish vaqtini qisqarishi va radikal markazlar sonining ko'payishi bilan izohlash mumkin. 70°C dan past haroratlarda gellanish boshlanish vaqti ko'proq davom etadi natijada yuqori bo'kuvchan gidrogellarni sintez qilish uchun ko'proq vaqt talab qilinadi. Shuningdek, reaksiya harorati reaksiya unumiga ham ta'sir qiladi. YQS-PAK/KA/PAM-Bent/NGK tarkibli yuqori bo'kuvchan gidrogellarni sintezida reaksiya harorati 70°C bo'lganda reaksiya unumi 93% ga teng bo'ladi.

2–jadval.

Olingan yuqori bo'kuvchan gidrogellarning fizik-kimyoviy xossalari

№	Gidrogellar	Tashqi ko'rinishi	Ishchi harorati °C	Namlig %	Bo'ku- chanlig, g/g	Ishlash muddati (yil)
1	Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK	Och sariq	115-120	5-6	946	2-2,5
2	Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK	Och sariq	115-120	5-6	822	2
3	YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK	Sarg'ish	110-115	4-5	690	2
4	Kraxmal-Xitozan/PAK/Kaolin/NGK	Och sariq	100-105	3-4	660	1,5-2
5	MKS/LK/KA	Och sariq	90-95	6-7	380	1-1,5
6	Kraxmal-Kraxmal/PAN	Och sariq	110-115	5-6	724	2-2,5
7	Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin	Och sariq	115-120	4-5	880	2

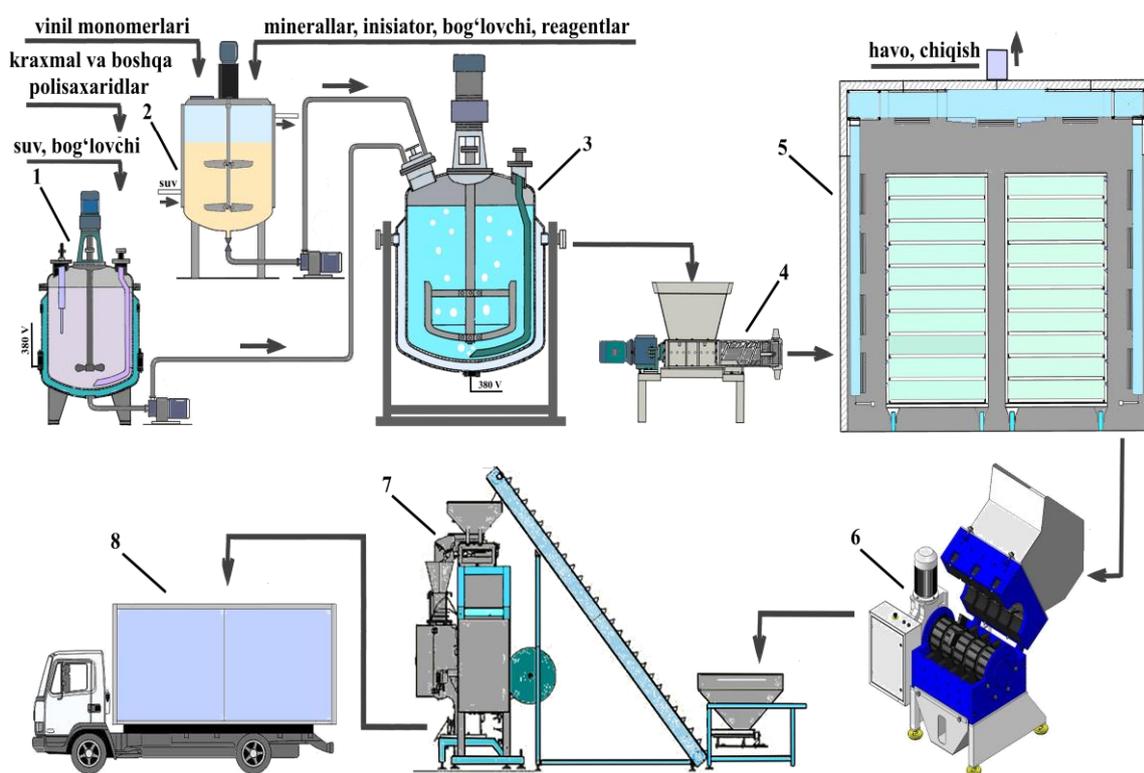
2-jadvalda sintez qilingan barcha yangi tarkibli yuqori bo'kuvchan gidrogellarning fizik-kimyoviy xususiyatlari jumladan, tashqi ko'rinishlarining rangi, termik barqarorligi, namligi, distillangan suvdagi bo'kuvchanligi va ishlash muddatlari to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, tadqiqotlar natijalaridan ma'lum bo'ldiki tuproqning sho'rlanish darajasiga qarab gidrogellarning ishlash muddatlari ham o'zgaradi.

Dissertatsiyaning «**Tabiiy polisaxaridlar sopolimerlari asosida yuqori bo'kuvchan gellarni ishlab chiqarishga joriy etish, amalda qo'llanishi va ularni texnik-iqtisodiy asoslash**» deb nomlangan beshinchi bobida yangi yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning texnologik jarayonlar parametrlari o'rganilgan va texnologik sxemasi ishlab chiqilgan. Polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, limon kislotasi, tabiiy minerallar – bentonit, montmorillonit, kaolin va natriy gidrokarbonat asosida yuqori bo'kuvchan gidrogellar olishning optimal sharoitlari aniqlandi.

Respublikamizda ilmiy texnik yo'nalishda olib borilayotgan keng ko'lamli tadqiqotlardan biri polisaxaridar sopolimerlari asosida yuqori bo'kuvchan gidrogellar ishlab chiqarish hisoblanadi. Taklif etilayotgan texnologiya soddaligi, ishlab chiqarish jarayonini oddiy reaktorlarda yengil amalga oshirish mumkinligi va mahalliy xomashyo resurslari bilan ta'minlanganligi bilan ahamiyatga ega.

Yuqori bo'kuvchan gidrogellarni ishlab chiqarish uchun taklif etilayotgan texnologik sxema 22-rasmda keltirilgan.

Surxondaryo viloyati Oltinsoy tumanidagi “HYDROGEL” MChJ da polisaxaridlar, gidrid polisaxaridlar, vinil monomerleri, karbamid va minerallar asosida suv va mineral o‘g‘itlarni saqlaydigan yuqori bo‘kuvchan gidrogellar ishlab chiqarilmoqda. Ushbu gidrogellar suv tanqisligi sababli foydalanilmay kelayotgan yerlardan hosil olish imkonini beradi shuningdek, mineral o‘g‘itlarni tuproqning unumdor qatlamida saqlashi hisobiga, uning sarfini kamaytiradi. Shuningdek, gidrogellar tuproqqa atmosfera yog‘inlari yoki sug‘orish yo‘li bilan o‘tgan suvni o‘simliklar ildiziga bemaol o‘tadigan holatda saqlashi hisobiga suv sarfini tejaydi. Ushbu ishlab chiqarilayotgan gidrogellar ichki bozorda import o‘rnini bosadi, ekologik toza va arzon hisoblanadi va ishlab chiqarilayotgan yuqori bo‘kuvchan gidrogellar respublikaning barcha hududlariga yetkazib berilmoqda.



1 – polisaxaridlar gidridlarini olish uchun reaktor; 2 – vinil monomerlarini neytrallash hamda bog‘lovchi, initsiator va minerallarni aralashtirish uchun reaktor; 3 – asosiy reaktor; 4 - olingan gidrogelni dastlabki maydalash uchun maydalagich; 5 – quritish pechi; 6 – quritilgan gidrogel uchun maydalagich; 7 – qadoqlash uskunasi; 8 – tayyor mahsulot iste‘molchiga.

22-rasm. Yuqori bo‘kuvchan gidrogellar ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

Shuningdek, dissertatsiyaning beshinchi bobida, yuqori bo‘kuvchan gidrogellar olishning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari keltirilgan. Taklif qilinayotgan yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning narxi chet eldan import qilinayotgan NaKMS/kaliypoliakrilat-SAP asosli gidrogel bilan taqqoslab ko‘rilgan (3-jadval).

Olingan yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning chet eldan import qilinayotgan NaKMS/kaliypoliakrilat-SAP gidrogelga nisbatan iqtisodiy samaradorlig ko‘rsatkichlari

Gidrogellar	1 t uchun narx (so‘m)	Iqtisodiy samaradorligi (so‘m)
Kraxmal-Sell/AK/PAM/KA/Bent/NGK	50 769 118,4	54 230 881,6
Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK	64 501 360	40 498 640
Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin	66 803 926,4	38 196073,6
NaKMS/kaliypoliakrilat-SAP	105 000 000	-----

Xulosalar

1. Polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerlari, karbamid, limon kislotasi, tabiiy minerallar - bentonit, montmorillonit, kaolin va natriy gidrokarbonat asosida yangi tarkibli yuqori bo‘kuvchan gidrogellar Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK, Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK, YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK, Kraxmal-Xitozan/PAK/Kaolin/NGK, MKS/LK/KA, Kraxmal-Kraxmal/PAN, Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin olish texnologiyasi taklif etildi.

2. Gidrogellarning bo‘kuvchanlik xossalari daslabki moddalarning konsentratsiyalariga, reaksiya vaqti va reaksiya haroratiga, ishqoriy va kislotali muhitga, shuningdek, eritmada ionlar zichligiga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tabiiy polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridi, karbamid, bentonit, montmorillonit, kaolin va vinil monomerlari asosida olingan gidrogellar minerallar o‘gitlar sarfini 17-22 % gacha kamaytirishi va o‘simliklar hosildorligini 10-15 % gacha oshirishi ko‘rsatib berildi.

3. Sintez qilingan gidrogellarning bo‘kuvchanligi eritmada monovalent (NaCl), ikki valentli (CaCl_2) va uch valentli (AlCl_3) ionlari va bir valentli ko‘p atomli kationlari bo‘lgan NH_4Cl tuzlarning konsentratsiyalari oshib borishi bilan ionlar zichligining yuqori bo‘lishi hisobiga pasayganligi isbotlandi.

4. Yuqori bo‘kuvchan gidrogellarning polimer zanjiri va matritsasiga gidrofil guruhlarga boy bo‘lgan polisaxaridlar gibridi va minerallar - karbamid, bentonit, montmorillonit, kaolinni kiritilishi natijasida gidrogellarni suv yutuvchanligini 25% ga, suvni ushlab turish vaqtini 20% ga va namni ildiz atrofida saqlashi hisobiga suv sarfini 20-25% ga kamaytirishi aniqlandi.

5. Gidrogellarni sintez qilish jarayonida mexanik mustahkamligini, suv yutuvchanligini, yutilgan suvni kerakli paytda o‘simliklarga qaytarib berish kabi xossalarni yaxshilash maqsadida bentonit, montmorillonit va kaolin minerallari qo‘shish tavsiya etildi.

6. Gidrogellarni sintez qilishda qo‘shilgan natriy gidrokarbonatning parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan karbonat anhidridning chiqib ketish jarayonida gidrogellarda yirikroq g‘ovaklar hosil bo‘lishi va hosil bo‘lgan yirik g‘ovaklar suvni gidrogelning ichki qismiga kirib borishini osonlashtirishi va bo‘kish vaqtini qisqartirishi isbotlandi.

7. Olingan mahsulotlardan o‘zida ko‘p miqdorda suvni yutadigan, saqlaydigan va qurg‘oqchilik paytda o‘simliklarga ildiz tizimi orqali osonlik bilan qaytarib beradigan, o‘simliklarni suvsizlikdan stressga tushib qurib qolishini oldini oladigan, suv va mineral o‘g‘itlar sarfini tejaydigan va o‘simliklar hosildorligini oshiradigan mahsulot sifatida foydalanish uchun tavsiya etildi.

8. Polisaxaridlar, polisaxaridlar gibridlari, vinil monomerleri, karbamid, limon kislotasi, tabiiy minerallar - bentonit, montmorillonit, kaolin va natriy gidrokarbonat asosida yuqori bo‘kuvchan gidrogellar olish texnologiyasi “Oltinsoy HYDROGEL” MChJ korxonasi ishlab chiqarishga joriy etildi va olingan gidrogellar qishloq xo‘jaligida suv sarfini kamaytirish uchun foydalanishga taklif etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/31.01.2023.К/Т.78.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТЕРМЕЗСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХОЛНАЗАРОВ БАХОДИР АЗАМОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОНАБУХАЮЩИХ И БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ НА
ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ ПРИРОДНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ**

02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА (DSc) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Термез–2023

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций за номером B2023.2.DSc/T3551.

Диссертационная работа выполнена в Термезском государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета www.terdu.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный консультант:

Тураев Хайит Худайназарович
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Рахманбердиев Гаппар Рахманбердиевич
доктор химических наук, профессор

Амонов Мухтар Рахматович
доктор технических наук, профессор;

Бекназаров Хасан Соибназарович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Институт общей и неорганической химии

Защита диссертации состоится “___” _____ 2023 г. в “_____” часов на заседании Ученого совета DSc.03/31.01.2023.К/Т.78.01 при Термезском государственном университете по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г.Термез, ул. Баркамол авлод, 43, Тел.: (+99876)221-74-55, факс: (+99876)221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz .

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре в Термезском государственном университете за №___ с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876)221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2023 года.
(Протокол рассылки № ___ от «___» _____ 2023 года).

И.А.Умбаров

Председатель научного совета
по присуждению ученых
степеней, д.т.н., доц.

Ш.А.Касимов

Ученый секретарь ученого совета
по присуждению учёных
степеней, д.х.н., доц.

Р.В.Аликулов

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.х.н., доц.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации. Сегодня в результате быстрого роста населения планеты и производства сельскохозяйственной продукции потребность в питьевой воде и водосберегающих полимерных изделиях с каждым годом возрастает. Из-за нехватки воды снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Для решения этих задач большое значение имеет промышленное производство и практическое использование экологически чистых, недорогих сельскохозяйственных гидрогелей, поглощающих, сохраняющих и легко возвращающих большое количество воды растениям через корневую систему в периоды засухи.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку гидрогелей с высокими сорбционными свойствами. В связи с этим на основе сополимеров природных полисахаридов созданы биоразлагаемые, сохраняющие в себе большое количество воды и минеральных удобрений, позволяющие получать урожай с земель, не используемых из-за дефицита воды, экономящие расход воды за счет хранения минеральных удобрений в плодородном слое почвы, снижающие его расход и сохраняющие воду, поступившую в почву через атмосферные осадки или орошение, в состоянии беспрепятственного прохождения к корням растений, является заменителем импорта на внутреннем рынке, особое внимание уделяется разработке технологии получения экологически чистых и недорогих сельскохозяйственных гидрогелей.

В нашей стране химическая промышленность добивается определенных результатов в направлении производства новых видов материалов, включая масштабный комплекс мероприятий в области снабжения местного рынка химическими реагентами, замещающими импорт. В нашей республике большое внимание уделяется внедрению научно обоснованной системы управления промышленными объектами и природоохранных мероприятий за счет применения инновационных технологий. В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы определены приоритетные направления развития экономики и особо обозначены вопросы «дальнейшего ускорения производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью, изменения видов качественно новой продукции и технологий на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»¹. В связи с этим важное значение приобретает создание экономически эффективных и экологически чистых технологий, в том числе для производства водоэффективных полимерных материалов на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан», от 29 августа 2017 г. № ПП-3246 «Меры

¹Указ Президента Республики Узбекистан, от 28 января 2022 года УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы»

по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности». ПП-3479 от 17 января 2018 г. «О мерах по обеспечению устойчивых поставок в экономику востребованной продукции и сырья» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 г. «О дальнейшем реформировании химической промышленности и в определенной степени в реализации задач, поставленных в постановлениях «О мерах по повышению инвестиционной привлекательности» и других нормативных актах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие темы диссертации с приоритетными направлениями науки и технологии в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики, в рамках программы «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

Научные исследования по получению новых полимерных гидрогелей на основе полисахаридов и их практическому применению осуществляют ведущие мировые научные центры и высшие учебные заведения, в том числе: Institute of Technology (США), State University New Jersey American Chemical Society (США), Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá (Бразилия), Российский химико-технологический университет, Sumitomo Chemical (Япония), Creative Engineering Plastics center (Южная Корея), School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University (Китай), Dutch Polymer Institute (Германия), Cambridge University (Англия), Department of Mechanical Engineering, School of Engineering University (Индия), Center for Computational Materials Science, Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences (Словакия), Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт (Узбекистан).

В мире получены следующие научные результаты по разработке методов получения высоконабухающих гидрогелей с использованием различных полисахаридов: разработаны оптимальные условия получения сельскохозяйственных гидрогелей на основе сополимеров хитозана (World Academy of Science, Engineering and Technology, Hindiston), получены биоразлагаемые гидрогели на основе сополимеров целлюлозы (Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá (UEM) Бразилия), получены высоконабухающие сельскохозяйственные гидрогели на основе мономера акриламида и мочевины (Университет Мухаммадии Сукабуми Мухаммадия, Индонезия), изучены условия получения применяемых в строительстве гидрогелей на основе акриловой кислоты (ACS Sustainable Chemistry Engineering, Китай), разработаны оптимальные условия получения сельскохозяйственных гидрогелей на основе полиакрилонитрила (Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Узбекистан).

²Обзор зарубежных исследований по теме диссертации подготовлен по материалам <http://www.scholar.google.com>, <http://www.sciencedirect.com> и других источников.

В мире проводится ряд исследований по разработке технологий получения высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов и их производных, в том числе по следующим приоритетным направлениям: получение экологически чистых и дешевых высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов; определение влияния полисахаридов на свойства высоконабухающих гидрогелей; обоснование влияния минералов на свойства высоконабухающих гидрогелей; разработка технологий получения биоразлагаемых гидрогелей на основе гибридных полисахаридов.

Степень изученности проблемы. Ученые по всему миру проводят исследования по созданию новых полимерных гидрогелей высоконабухающих, в том числе; S.D. Zhang, Salih Muharam, S.K. Gulrez, Alessandro F. Martins, N. Dairi, R. Nuisin, S.Al-Assaf, A. Abidin, M.R. Lutfor, M.Z. Rahman, M.J. Zouhuriaan-Mehr, K.Kabiri, A.I. Jushman, D.E. Garli, C.Ivanov, V.V. Vasilevskoy, в Республике Узбекистан: А.Т. Джалилов, Х.Х. Тураев, Ш.Д. Ширинов и другие.

Ими синтезированы синтетические материалы, природные полисахариды и гидрогели на основе различных желатинов, которые используются в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности, строительстве, упаковке и ряде других отраслей промышленности.

Исходя из вышеизложенного, получение нового типа водосберегающих и экологически чистых гидрогелей на основе местного сырья включают в себя следующие вопросы:

изучение механизма и оптимальных условий взаимодействия полисахаридов, гибридных полисахаридов, виниловых мономеров и минералов;

синтез гидрогелей на основе местного сырья, определение зависимости физико-механических, технологических и набухающих свойств от природы и массы реагентов;

создать технологию получения недорогих и эффективных экологически чистых полимерных материалов на основе сополимеров медицинских полисахаридов, провести исследования по их широкомасштабному практическому применению.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Термезского государственного университета по проектам ОТ-Ф7-37 «Теоретические основы синтеза полифункциональных комплексообразующих ионитов и извлечение с их помощью некоторых d-металлов» (2017-2020 гг.), «Производство водо- и минерало-ресурсосберегающих, высоконабухающих и биоразлагаемых гидрогелей на основе местного сырья» (2021-2022 уу.).

Целью исследования является разработку технологии получения эффективных, высоконабухающих и биоразлагаемых гидрогелей, пригодных для природных климатических и почвенных условий, на основе сополимеров полисахаридов.

Задачи исследования:

Определение оптимальных условий синтеза высоконабухающих гидрогелей, содержащих в качестве различных связующих и инициаторов природные полисахариды, гибриды полисахаридов, виниловые мономеры, мочевины, природные минералы;

исследование физико-химических свойств и структуры высоконабухающих гидрогелей на основе природных полисахаридов, гибридов полисахаридов, винилмономеров, мочевины, природных минералов - бентонита, монтмориллонита, каолина с использованием современных методов исследования;

определить влияние концентраций исходных веществ и плотности ионов в растворе на сорбционные свойства высоконабухающих гидрогелей;

изучить влияние дистиллированной воды и различных растворов солей различной концентрации, а также щелочных и кислых сред на набухание полученных гидрогелей;

определить влияние концентраций природных минералов - бентонита, монтмориллонита и каолина на термостойкость и набухание полученных гидрогелей.

исследование свойств полученных гидрогелей по экономии воды и минеральных удобрений, повышению продуктивности растений, предотвращению опустынивания, предотвращению засоления почв и грунтовых вод в сельском хозяйстве;

разработка технологии получения высоконабухающих гидрогелей на основе природных полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых мономеров, карбамида и природных минералов и технико-экономическое обоснование их эффективности.

Объектом исследования являются кукурузный крахмал, хлопковая целлюлоза, древесная целлюлоза, натрий карбоксиметилцеллюлоза, хитозан, акрилонитрил, акриламид, лимонная кислота, акриловая кислота, мочевины, бентонит, каолин, монтмориллонит, бикарбонат натрия, персульфат аммония, метиленбисакриламид, эпихлоргидрин, глутаровый альдегид, персульфат калия.

Предмет исследования заключается в изучении влияния полисахаридов, гибридных полисахаридов, виниловых мономеров, мочевины и природных минералов, связующих, инициаторов, бикарбоната натрия на физико-химические свойства получаемых гидрогелей и разработке технологии получения высоконабухающих гидрогелей.

Методы исследования. При исследовании структуры, физико-химических и морфологических свойств гидрогелей, полученных в результате исследований методы сканирующей электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии, термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

создание оптимальных условий получения высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых

мономеров, мочевины, лимонной кислоты, природных минералов - бентонита, монтмориллонита, каолина и гидрокарбоната натрия;

установлено, что гидрогели, полученные на основе гибрида полисахаридов, устойчивы к агрессивным средам, таким как соленая, кислая, щелочная, обладают высоким водопоглощением, длительное время удерживают поглощенную воду, обладают свойствами возвращать ее при необходимости;

доказано, что степень набухания синтезированных гидрогелей уменьшается за счет высокой плотности ионов при увеличении концентрации ионов одновалентных (NaCl), двухвалентных (CaCl_2) и трехвалентных (AlCl_3) солей, а также одновалентных солей с многоатомными катионами (NH_4Cl) в растворе;

определено что, за счет введения в полимерную цепь и матрицу высокоэластичных гибридных полисахаридов, богатых гидрофильными группами и минералов таких как: мочевины, бентонит, монтмориллонит, каолин, степень набухания гидрогелей увеличилась на 25 %, продолжительность удерживания воды на 20 %, потребление воды снизилось на 20-25 %;

доказано, что гидрогели, полученные на основе природных полисахаридов, гибридных полисахаридов, мочевины, бентонита, монтмориллонита, каолина и виниловых мономеров, снижают расход минеральных удобрений на 17-22% и повышают продуктивность растений на 10-15%.

в процессе синтеза гидрогелей при добавлении гидрокарбоната натрия было обнаружено, что в гидрогелях много крупных пор, и вода и растворенные в воде минералы свободно перемещаются через эти поры;

на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых мономеров, мочевины, природных минералов, лимонной кислоты, гидрокарбоната натрия, пригодных для природных климатических и почвенных условий, способных заменить импортные, разработана технология получения экологически чистых и дешевых биоразлагаемых высоконабухающих гидрогелей.

Практические результаты исследования следующие:

определены оптимальные условия получения высоконабухающих гидрогелей, способных эффективно работать в местных климатических и почвенных условиях, на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, винилмономеров, мочевины, природных минералов, лимонной кислоты, гидрокарбоната натрия и проведены исследования по их широкомасштабному использованию;

доказано, что синтезированные высоконабухающие гидрогели снижают их расход за счет удержания влаги и минеральных удобрений вокруг корней, повышают продуктивность растений и предотвращают высыхание растений из-за дегидратационного стресса, связан с их составом и физико-химическими свойствами;

определяли устойчивость синтезированных гидрогелей к агрессивным средам, таким как соленая, кислая, щелочная и свойства доставки поглощенной воды растениям через корневую систему в нужное время;

разработаны эффективные методы использования высоконабухающих гидрогелей в зависимости от почвы, климата и вида культуры;

определено, что полученные высоконабухающие гидрогели несколько раз реабсорбируют воду, нетоксичны по своей природе, а в конце эксплуатации разделяются на компоненты, безвредные для растений и почвы.

Достоверность результатов исследований подтверждена результатами примененных современных физических и физико-химических (термогравиметрический, электронно-микроскопический, рентгенофазовый, ИК-спектроскопический) методов исследования, а также испытаниями на опытно-промышленных установках и их актами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что определены оптимальные условия и разработана технология синтеза эффективных высоконабухаемых гидрогелей на основе полисахаридов, гибридных полисахаридов, акриламида, акриловой кислоты, акрилонитрила, мочевины, природных минералов - бентонит, монтмориллонит, каолин и гидрокарбоната натрия и связующих материалов.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что высоконабухающие гидрогели, полученные на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, винил мономеров, мочевины, лимонной кислоты, природных минералов, гидрокарбоната натрия, позволяют снизить расход воды и минеральных удобрений в сельском хозяйстве, предотвращение высыхания растений из-за стресса от нехватки воды, при сборе урожая с маловодных земель и показаны возможности эффективного использования в повышении продуктивности растений.

Внедрение результатов исследований. на основании полученных результатов по технологии получения и применения эффективных высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых мономеров, мочевины, лимонной кислоты и природных минералов:

технология получения высоконабухающих гидрогелей, содержащих гибриды крахмала с целлюлозой, акриламид, акриловую кислоту, мочевины и природный минерал - бентонит внедрена в практику на ООО Oltinsoy HYDROGEL (Справка № 32-14/6371 Министерства инновационного развития Республики Узбекистан от 9 ноября, 2022г.). В результате удалось получить сельскохозяйственный гидрогель снижающий расход воды на 20-25 % за счет удержания влаги вокруг корней, минеральных удобрений на 17-22 %, увеличивающий плодотворность растений на 10-15%.

В ООО Oltinsoy HYDROGEL внедрена в производство технология получения высокоэластичных гидрогелей, содержащих гибриды крахмала с целлюлозой, акриловую кислоту и монтмориллонит (Справка № 32-14/6371 Министерства инновационного развития Республики Узбекистан от 9 ноября,

2022г.). В результате были разработаны гидрогели, устойчивые к агрессивным средам, термостабильные, экологически чистые, импортозамещающие, дешевые, биоразлагаемые высоконабухаемые гидрогели.

технология получения высокоэластичных гидрогелей путем добавления природных минералов – бентонита, каолина, монтмориллонита внедрена в производство ООО Oltinsoy HYDROGEL. (Информация № 32-14/6371 от 9 ноября 2022 года Министерства инновационного развития Республики Узбекистан). В результате использованные природные минералы - бентонит, каолин, монтмориллонит - позволили увеличить набухание гидрогелей на 25%, время удерживания воды на 20%, улучшить их термостойкость и снизить себестоимость.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований были доложены и обсуждены на 14 конференциях, в том числе на 6 международных и на 8 Республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 30 научных работ, в том числе 2 монография, 14 научных публикаций, рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских (DSc) диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 7 в республиканских и 7 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 185 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Вводная часть основывается на актуальности результатов, а также целях и задачах исследования в соответствии с приоритетами развития науки и технологий Республики Узбекистан; указаны объекты и предмет исследования; основанный на достоверности результатов научных исследований; описана научная новизна и практическая значимость полученных результатов исследований; информация об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Современные методы и значение получения высоконабухающих гидрогелей**» представлен анализ литературы по современным методам получения высоконабухаемых гидрогелей на основе сополимеров полисахаридов. Анализ литературных данных показал, что использование минералов, полисахаридов и гибридов полисахаридов в производстве высоконабухаемых гидрогелей повышает их высоконабухаемость, изменяет их морфологию, повышает термостойкость, улучшает свойства устойчивости к агрессивному солевому раствору, в щелочных и кислых средах и достигается экономическая эффективность. Это является основанием для определения конкретных целей и задач исследования в данной работе.

Вторая глава диссертации «Синтез высоконабухающих гидрогелей, содержащих природные полисахариды и минеральные удобрения» посвящена основным характеристикам и методам исследования применяемых материалов, а также гибриду полисахаридов, полученных путем скрещивания крахмала и целлюлозы с эпихлоргидрином, на основе акриловой кислоты, акриламида, мочевины, бентонита и бикарбоната натрия (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK), гибриду крахмала и карбоксиметилцеллюлозы натрия, на основе акриловой кислоты, монтмориллонита и бикарбоната натрия (Kрахmal-NaKMS/ПАК/Mont/NGK), на основе древесной опилочной массы, акриловой кислоты, акриламида, мочевины, бентонита и бикарбоната натрия (YQS-ПАК/КА/ПАМ/Bent/NGK), на основе гибрида крахмал-хитозан акриламида, мочевины, бентонита и бикарбоната натрия (Kрахmal-Xitozan/ПАК/Kaolin/NGK), на основе микрокристаллической целлюлозы, лимонной кислоты, карбамида (MKS/LK/КА), на основе сшитого крахмала и сополимера акрилонитрила (Kрахmal-Kрахmal/PAN), на основе сшитой целлюлозы, акриламида, каолина (Selluloza-Selluloza/ПАМ/Kaolin).

Третья глава диссертации посвящена анализу результатов, полученных по теме «Изучение свойств высоконабухающих гидрогелей на основе природных полисахаридов и минералов» В данной главе представлены результаты основных физико-химических свойств высоконабухаемых гидрогел.

Гибрид крахмала и целлюлозы, полученный на основе акриловой кислоты, акриламида, мочевины, бентонита и бикарбоната натрия (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK), проявляется валентным колебанием группы-ОН доменов поглощения $3130,47$ и $3043,67$ cm^{-1} в ИК-спектре гидрогеля. Области поглощения $1681,93$ и $1651,07$ cm^{-1} представляют производные мочевины $-\text{HN}-\text{CO}-\text{NH}-$ и свободные функциональные группы NH_2 , участвующие в образовании связи. Область поглощения $1714,72$ cm^{-1} представляет собой деформационные колебания, относящиеся к карбоксил- COOH и его солям— COONa .

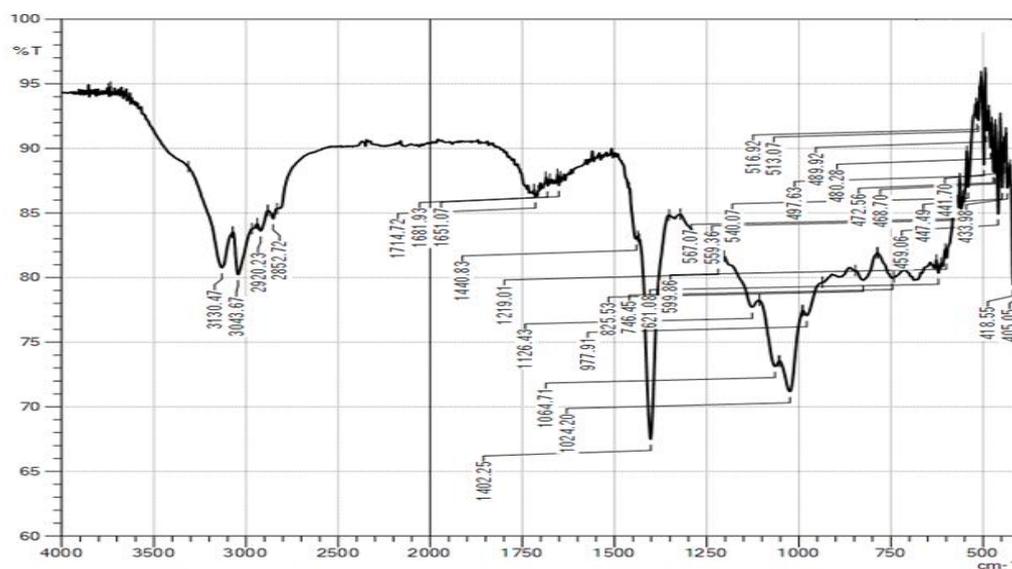


Рис.1. ИК-спектр гидрогеля (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK)

Области поглощения 2920,23-2852,72 см^{-1} проявляются в результате асимметричных и симметричных валентных колебаний метил $-\text{CH}_3$ и метилен $-\text{CH}_2$ -групп. Полосы поглощения при 1440,83 и 1402,25 см^{-1} обусловлены асимметричными и симметричными деформационными колебаниями метильной группы и ножничными колебаниями метиленовой группы. Площади поглощения при 1024,2 и 1064,7 см^{-1} указывают на присутствие групп Si-O. (рис.1.)

Данные термического разложения полученного гидрогеля (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK) представлены на рис. 2.

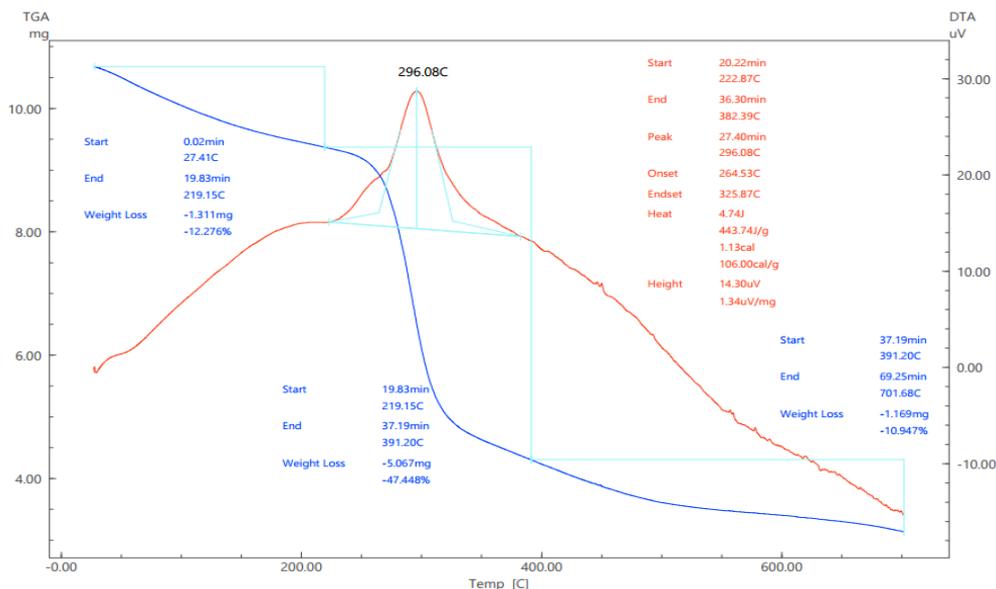


Рис.2. Термический анализ гидрогеля (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK)

Как видно из кривых термического анализа гидрогеля, потеря массы происходит в три стадии. На первой стадии температура колеблется от 27,41 до 219,15 °С, она связана с испарением остаточной воды и частичным распадом функциональных групп. При этом потеря массы составляет -1,311 мг или -12,276%. Вторая потеря массы полимера наблюдается в интервале температур от 219,15°С до 391,20°С. В этом наблюдается полный распад аминной, карбоксильной и карбонильной групп в цепи и потеря массы составляет -5,067 мг или -47,448%. Третья потеря массы наблюдается в интервале температур от 391,20 до 701,68 °С, где происходит разрыв полимерных цепей, и потеря массы составляет -1,169 мг или -10,947%. По результатам термического анализа стало известно, что при синтезе гидрогелей добавление гибрида полисахаридов и природного минерала бентонита улучшало термостойкость гидрогеля.

Морфологию поверхности полученных образцов высоконабухаемых гидрогелей определяли с помощью сканирующей электронной микроскопии. Для проверки образец был покрыт золотым порошком. Для покрытия поверхности образца золотом использовали инструмент QUORUM Q150 RS.

Представлены результаты, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии (рис. 3). Установлено, что бентонит и бикарбонат натрия, добавляемые при синтезе гидрогелей, изменяют их морфологию. На изображении гидрогеля (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА) полученном с помощью сканирующего электронного микроскопа, видно, что поры в нем меньше, а частицы бентонита не видны (рис. 3 (b)). При добавлении бентонита и бикарбоната натрия к синтезу высокоэластичных гидрогелей наблюдалось увеличение мелких и крупных пор в полимерной цепи (рис. 3 с). Бентонит увеличивает количество гидрофильных групп в полимере и создает мелкие поры. Гидрофильные группы и большие и малые поры в гидрогелях позволяют воде быстрее проникать внутрь гидрогеля, повышая его способность к набуханию и сокращая время набухания.

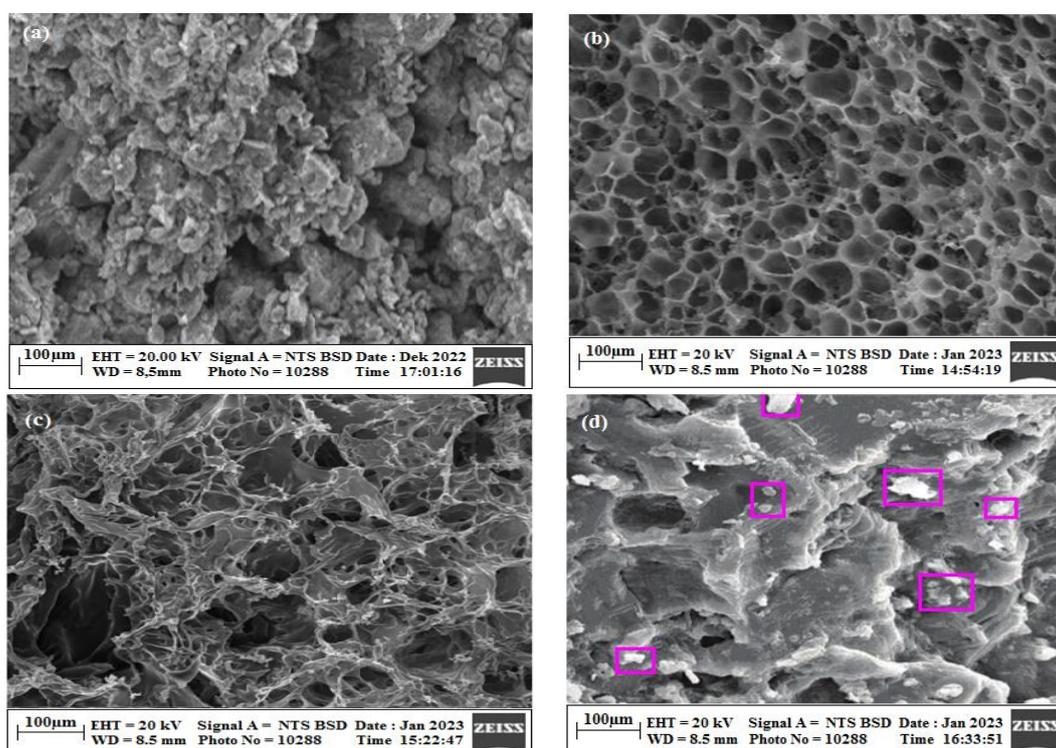


Рис.3. Бентонит (b) Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА (c) Крахмал-Sell-ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK и (d) Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK гидрогеля набухший в воде.

По результатам исследований примерная структурная формула полученного высоконабухаемого гидрогеля (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ-КА/Bent/NGK) была выражена следующим образом (рис. 4).

Гибрид полисахаридов, мочевины и бентонита позволил синтезировать новый гидрогель, пригодный для местных почвенно-климатических условий, устойчивый к агрессивным средам, дешевый и биоразлагаемый. В результате введения мочевины в полимерную цепь гидрогелей снизился расход удобрений за счет ее сохранения в плодородном слое почвы. Доказано, что добавление эпихлоргидрина и метиленбисакриламида в процессе полимеризации увеличивает молекулярную массу полимерного продукта и

предотвращает его растворение в воде. Также при использовании гибридов полисахаридов в синтезе гидрогелей увеличивается биомасса полимерного продукта, в результате чего продукт разлагается и превращается в удобрение в конце срока годности, не оставляя отходов в окружающей среде. Гидрокарбонат натрия, добавляемый при производстве высоконабухаемых гидрогелей, в ходе реакции разлагается и образует пузырьки. В результате выхода газа из пузырьков в гидрогелях образуются более крупные поры, которые обеспечивают свободное перемещение воды и растворенных в ней минералов.

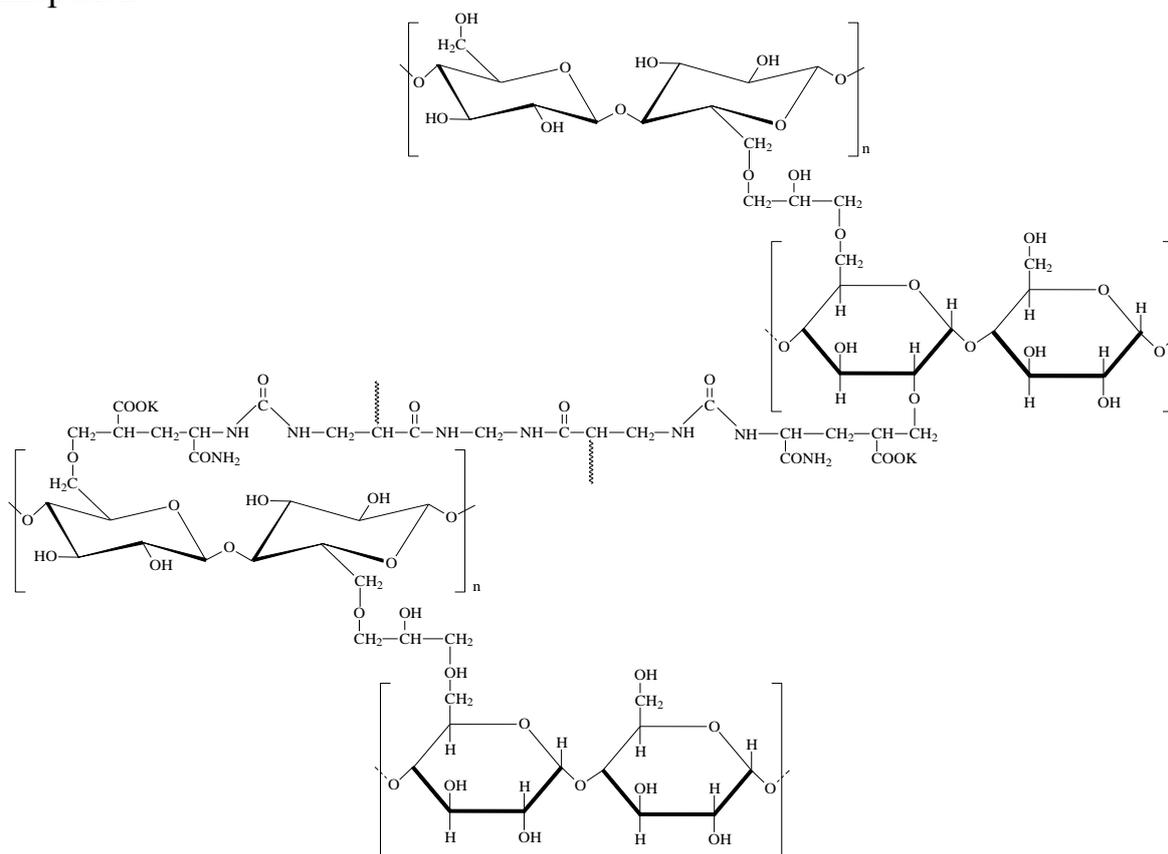


Рис.4. Структурная формула гидрогеля (Крахмал-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK).

Исследовано влияние количества веществ и различных сред на физико-химические свойства гидрогеля (Крахмал-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK).

Исследовано влияние минералов на набухание гидрогелей. Представлено влияние концентраций бентонита, каолина и монтмориллонита на набухание гидрогелей (рис. 5). При концентрации бентонита 8 %, а каолина и монтмориллонита 6 % (целлюлоза, крахмал, акриловая кислота, акриламид и мочевины по массе) были получены высоконабухаемые гидрогели с хорошими физико-химическими свойствами. Бентонит, каолин и монтмориллонит обладают свойствами набухания в воде, и использование этих минералов в синтезе гидрогелей позволило получить высоконабухаемые гидрогели. Дополнительные оксиды TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , FeO , содержащиеся в бентоните, воздействуют на места соединения полимерной

цепи и препятствуют росту цепи, в результате молекулярная масса полимера уменьшается.

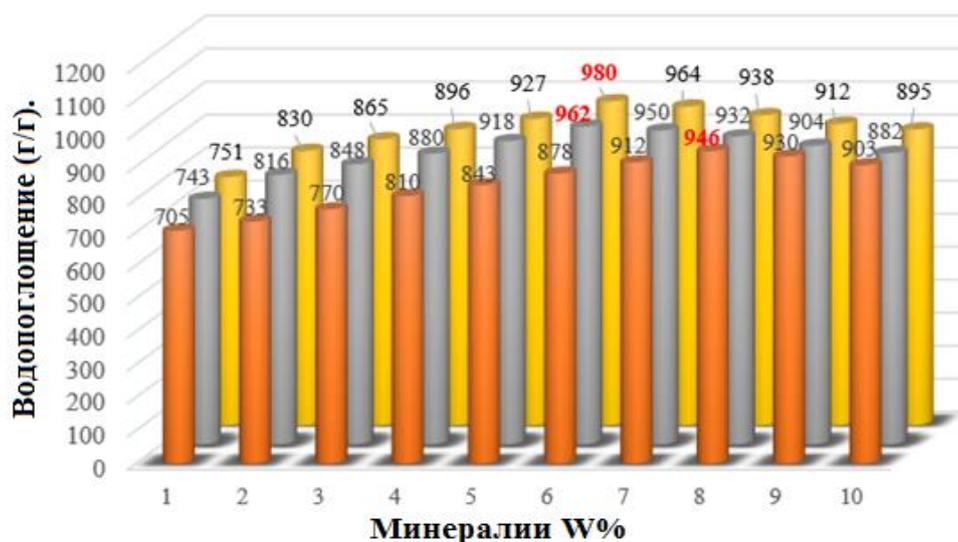


Рис.5. Влияние концентрации минералов бентонит (■), каолин (■) и монтмориллонит (■) на набухание гидрогелей.

Исследовано влияние концентрации связывающего реагента - метиленбисакриламида (МБА) на набухание гидрогелей (рис. 6).

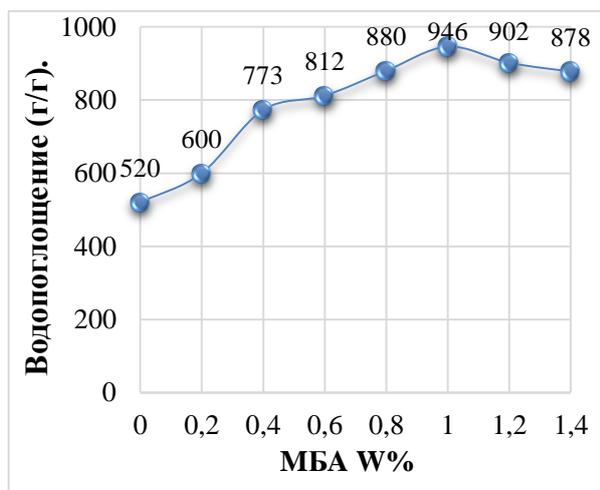


Рис.6. Влияние концентрации МБА на набухание гидрогеля.

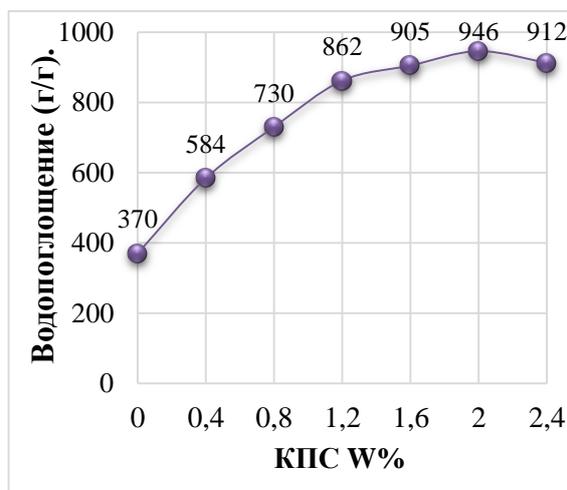


Рис.7. Влияние концентрации КПС на набухание гидрогеля.

В результате увеличения концентрации связующего более чем на 1% (относительно массы акриловой кислоты и акриламида) увеличивалось количество связей в полимерной цепи и наблюдалось образование в полимерной цепи дополнительных сеток за счет связи разупорядочены, в результате чего набухание гидрогелей уменьшилось.

Исследовано влияние концентрации инициатора персульфата калия (КПС) на набухание гидрогелей (рис. 7). Инициатор сначала атакует гидроксильные и карбоксильные группы, расположенные на внешней части полимерной цепи, и образует свободные радикалы. При концентрации инициатора (КПС) 2% (от массы целлюлозно-крахмального гибрида,

акриловой кислоты, акриламида) водопоглощение гидрогеля высокое. При увеличении количества инициатора создается множество радикальных центров, что приводит к неравномерному связыванию мономеров. Также при увеличении количества инициатора процесс реакции заканчивается преждевременно, в результате чего резко снижается выход реакции и набухание гидрогеля.

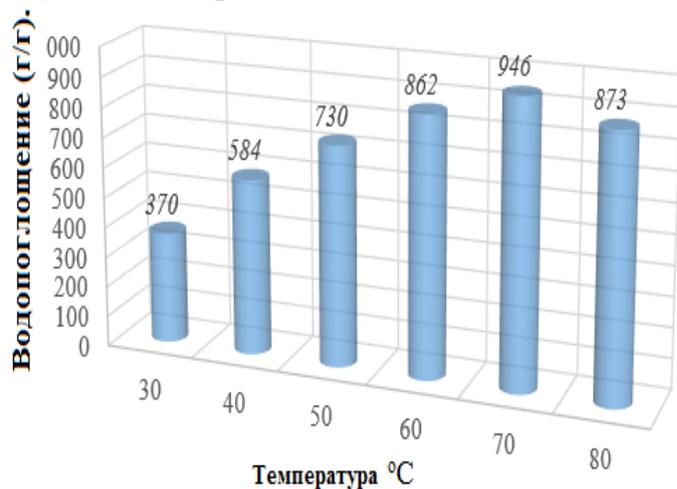


Рис.8. Влияние температуры реакции на набухание гидрогеля.

Без изменения других параметров исследовали влияние температуры реакции от 30 до 80°C на степень набухания гидрогеля (рис. 8). Из полученных результатов можно понять, что когда реакцию проводили при 70°C, набухание гидрогеля значительно увеличивалось. Когда реакцию проводили при низкой температуре, степень полимеризации полимера была низкой, а из-за короткой

образующейся цепи снижалась и водопоглощающая способность гидрогеля. Повышение температуры реакции и времени реакции увеличивало степень сшивки мономеров, в результате чего было установлено, что набухание гидрогелей уменьшалось.

Длительное удержание воды гидрогелями имеет большое практическое значение для питания и правильного содержания сельскохозяйственных культур, особенно для получения высоких урожаев в маловодных регионах. Если поры в гидрогелях большие, в результате осмотического процесса вода очень быстро попадает в центр матрицы. Поэтому для сохранения пор добавляли пенообразующий реагент, а для обезвоживания полученного продукта использовали этиловый спирт. Поэтому для сохранения пор добавляли пенообразователь, а для обезвоживания полученного продукта использовали этиловый спирт. Этанол можно удалить из продукта путем кратковременной сушки. Кроме того, в этом процессе удаляются непрореагировавшие остаточные продукты.

Гидрогель, полностью пропитанный дистиллированной водой, хранили при 35 °С и каждые 4 сут контролировали испарение воды. Для определения испарения воды брали среднее из 3 опытов. Представлены результаты исследований, проведенных по определению времени вододерживающей способности гидрогеля (рис. 9).

Набухание гидрогеля (Kraxmal-Sell/ПАК/РАМ/КА/Bent/NGK) изучали при рН 2-12 (рис. 10). В результате исследований было установлено, что при повышении рН=2 с до 8 набухание гидрогелей постепенно увеличивалось. В результате исследований было установлено, что при повышении рН=2 с до 8 увеличивается и набухание гидрогелей.

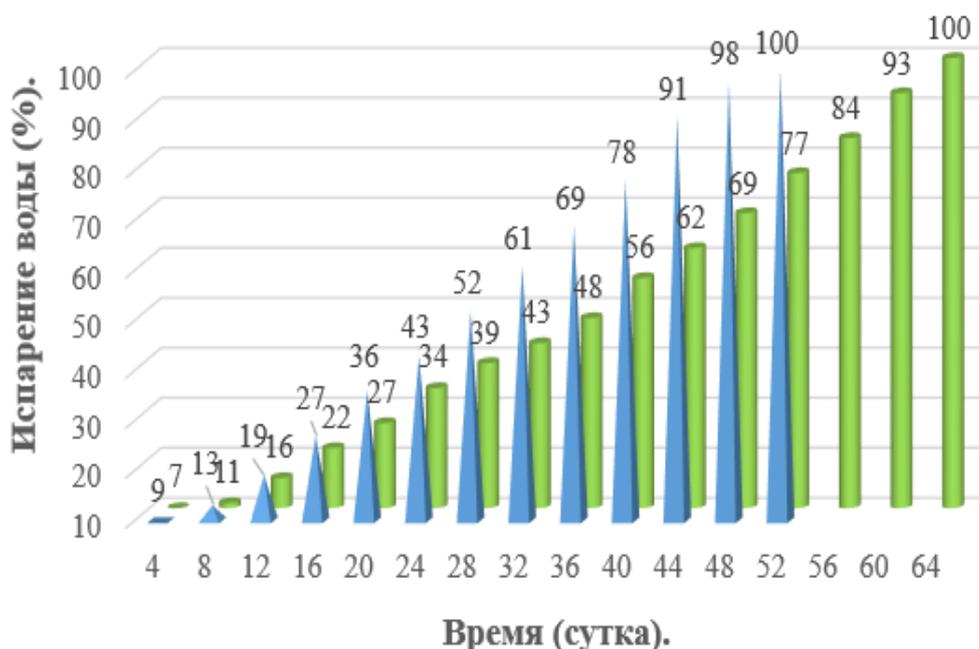


Рис.9. Время удерживания воды гидрогелей (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА (▲)) и (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK (■)).

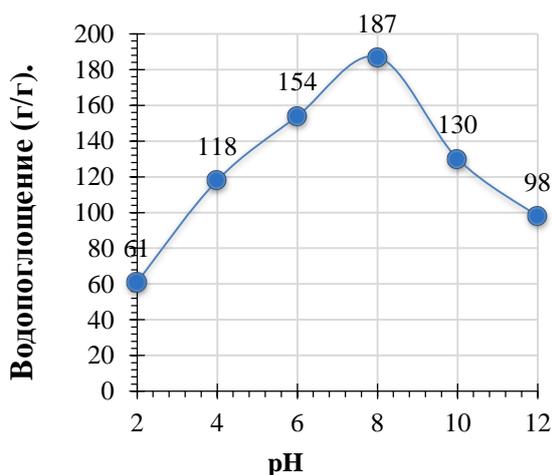


Рис.10. Набухание гидрогеля (Крахмал-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK) при разных pH.

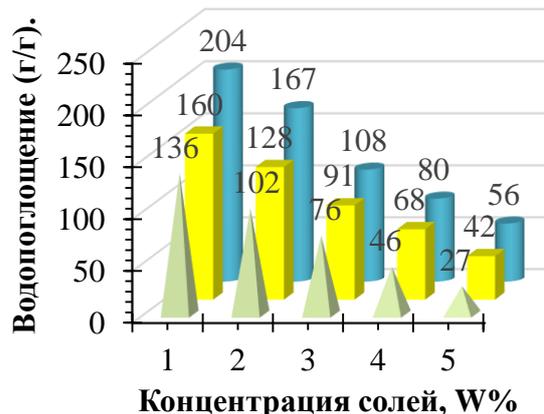


Рис.11. Влияние концентрации хлорида натрия (NaCl ■), хлорида кальция (CaCl₂ ■) и хлорида алюминия (AlCl₃ ▲) на набухание гидрогеля.

Было изучено влияние концентрации солей на набухание гидрогеля (рис.11). Определено что увеличение концентрации солей обратно пропорционально набуханию гидрогеле. Это явление связано с увеличением количества ионов и уменьшением перепада осмотического давления в результате увеличения концентрации солей в растворе. Поэтому гидрогели обладают высокой водопоглощающей способностью в растворах солей низкой концентрации. Набухающую способность гидрогелей в разных концентрациях растворов солей проверяли при температуре 35⁰С. Доказано, что набухание гидрогелей зависит от типа соли и валентности катионов в ней. Установлено

также, что набухание гидрогелей уменьшается в солях с одновалентными многоатомными катионами, например, в растворе NH_4Cl .

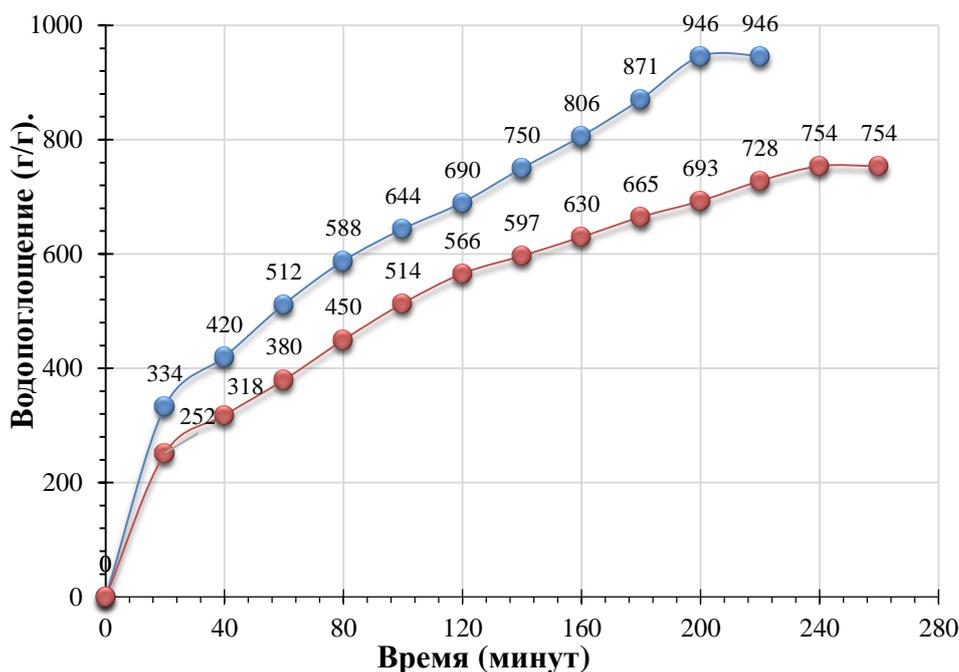


Рис.12. Время набухания гидрогелей (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА (—●—)) и (Kрахmal-Sell-ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK (—●—)) в дистиллированной воде

Также синтезирован новый высоконабухаемый гидрогель (Kрахmal-NaKMS/ПАК/Mont/NGK) на основе гибрида крахмал-натрийкарбоксиметилцеллюлоза, акриловой кислоты, монтмориллонита и бикарбоната натрия. В ИК спектре гидрогеля мы видим частоту, соответствующую группам OH и NH_2 в области поглощения $3383,14 \text{ см}^{-1}$. В полях $2924,09$ и $2852,72 \text{ см}^{-1}$ наблюдается валентное колебание CH_2 и CH групп. Площадь поглощения $1716,65 \text{ см}^{-1}$ принадлежит карбокси- COOH и его солям. Область поглощения при $1635,64 \text{ см}^{-1}$ относится к производным $-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-$ и наблюдается в результате образования связи $-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-$. В области $1336,17$ и $1556,65 \text{ см}^{-1}$ рассматривается валентное колебание группы $-\text{COO}-$. Площадь $1053,13 \text{ см}^{-1}$ указывает на наличие группы $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$, площадь $989,48 - 950,91 \text{ см}^{-1}$ указывает на наличие групп $\text{Al}-\text{O}-\text{Al}$, площадь $555,50 \text{ см}^{-1}$ указывает на присутствие группы $\text{Al}-\text{O}-\text{Si}$. Было определено, что в полимерной цепи гидрогеля имеется много гидрофильных групп, таких как гидроксил $-\text{OH}$, карбонил $-\text{COO}-$, карбоксилат калия $-\text{COOK}$, карбиламид $-\text{CONH}_2$, карбоксильная $-\text{COOH}$, и эти гидрофильные группы увеличивают набухание гидрогеля. Был определен что этот гидрогель имеет высоконабухаемые в соленых, кислых и щелочных растворах. Также среда гидрогеля является нейтральной $\text{pH}=7$. Полученный гидрогель несколько раз реабсорбирует воду, не имеет запаха и не токсичен. В конце своей работы этот гидрогель полностью разделяется на безвредные для растения компоненты. Примерная структурная формула полученного гидрогеля выражалась следующим образом (рис.13).

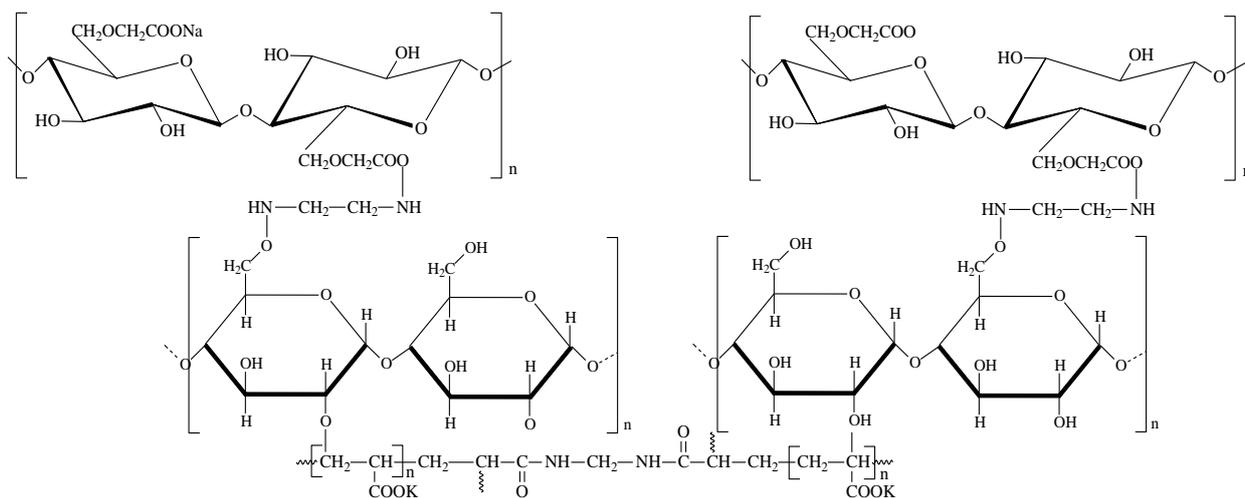


Рис.13. Структурная формула гидрогеля (Крахмал-NaKMS/ПАК/Mont/NGK)

При синтезе гидрогеля (Крахмал-NaKMS/ПАК/Монт/НГК) было установлено, что водопоглощение гидрогеля высокое при массовом соотношении крахмала и натрия карбоксиметилцеллюлозы 1:1 и акриловой кислоты 2 моль.

Изучено влияние температуры реакции на набухание гидрогеля (Крахмал-NaKMS/ПАК/Mont/NGK). Влияние температуры реакции от 20 до 80°C на степень набухания гидрогеля исследовали без изменения других параметров. Из приведенных результатов можно понять, что водопоглощение полученного гидрогеля значительно увеличилось, когда реакцию проводили при 60°C.

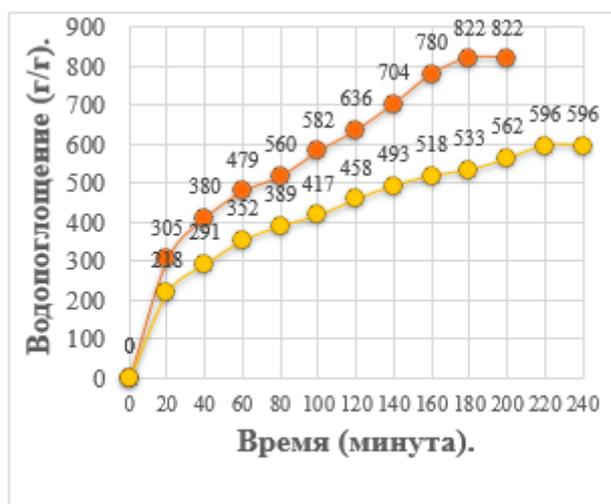


Рис.15. Набухание гидрогелей в дистиллированной воде (Крахмал-NaKMS/ПАК —●—) и Крахмал-NaKMS/ПАК/Mont/NGK —●—)



Рис.16. Время удерживания воды гидрогеля. (Крахмал-NaKMS/ПАК/Mont/NGK).

Также установлено, что размер частиц бентонита, каолина и монтмориллонита влияет на набухание гидрогелей. Видно, что при добавлении монтмориллонита и бикарбоната натрия в процессе синтеза гидрогелей время его набухания сокращалось, а водопоглощающие свойства

улучшались (рис. 15-16). Монтмориллонит действует как наполнитель и способствует повышению механической стойкости к повышению давления.

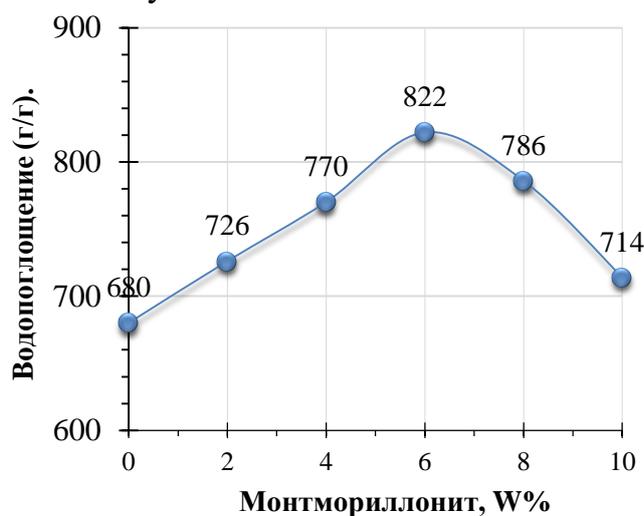


Рис.17. Влияние концентрации монтмориллонита на набухание гидрогеля. (Kрахmal-NaKMS/ПАК/Mont/NGK)

оксидов, таких как TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 , FeO .

В таблице - 1 приведены оптимальные условия для синтеза гидрогеля на основе Крахmal-NaKMS/ПАК/Mont/NGK.

Исследовано влияние концентрации монтмориллонита на набухание гидрогелей (рис.17). При концентрации монтмориллонита выше 6% (относительно массы исходных мономеров) он сильно влияет на места соединения полимерной цепи и препятствует росту цепи, в результате молекулярная масса полимера и водопоглощение гидрогеля уменьшается. В отличие от бентонита монтмориллонит частично очищается от дополнительных

Таблица 1.

Зависимость набухания гидрогелей от соотношения и концентрации исходных веществ.

В массовом соотношении Кр:NaKMS, АК мола	Монтмориллонит %	$NaHCO_3$ %	КПС %	МБА %	Температура реакции °C	Время реакции (час)	Водопоглощение (г/г)
1:1;2	6	2,5	1,5	0,6	60	6	822
2:1;1							636
2:2;1							524
1:1;2							780
1:2;1							615
2:1;2							752
1:2;2							790

Углекислый газ, образующийся в результате разложения бикарбоната натрия, добавленного при синтезе гидрогеля, создает большие поры в процессе выхода в атмосферу. Установлено, что вода и растворенные в ней минералы свободно перемещаются по этим порам. Гидрофильные группы и большие и малые поры в гидрогелях также позволяют воде быстрее проникать внутрь гидрогеля, увеличивая его способность к набуханию и сокращая время набухания.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «Исследование факторов, влияющих на время начала гелеобразования, наблюдаемое при синтезе высоконабухающих гидрогелей» изучено влияние всех факторов, влияющих на время начала гелеобразования, влияющих на физико-химические свойства высоконабухаемых гидрогелей. Время начала

гелеобразования – это время от начала смешения смеси компонентов А и Б до момента полимеризации. Для определения времени гелеобразования использовали прибор Gel Timer GELNORM. Для этого специальный стеклянный стержень длиной 235 мм погружали в образец в стакане на глубину 5-7 мм, перемещая его вверх-вниз каждые две секунды. Когда образец желатинировался, он прилипал к специальной стеклянной палочке и вместе поднимался. Время, в которое наблюдался этот процесс, обозначали как начало гелеобразования.

Высоконабухающий гидрогель (YQS-ПАК/КА/ПАМ/Bent/NGK) был синтезирован на основе опилок целлюлозы, нейтрализованной акриловой кислотой, акриламида, бентонита и бикарбоната натрия. При синтезе гидрогеля температура реакции составляла 70°C, время реакции 4 часа, МВА 0,4%, KPS 1%, YQS-20%, NGK 2%, мольное соотношение мономеров АК:АМ:КА 1:1:1.

Полученные гидрогели (YQS-ПАК/ПАМ/КА) и (YQS-ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK) полностью пропитывали дистиллированной водой и хранили при 35°C для определения времени удерживания воды. Испарение воды из гидрогелей наблюдали каждые 2 дня и получали среднее значение из 3 экспериментов. В результате исследований выявлено, что полученные гидрогели длительное время удерживают воду вокруг корней растений и доставляют воду в нужное время. Представлены результаты исследований по определению времени водоудерживания гидрогелей (рис. 18).

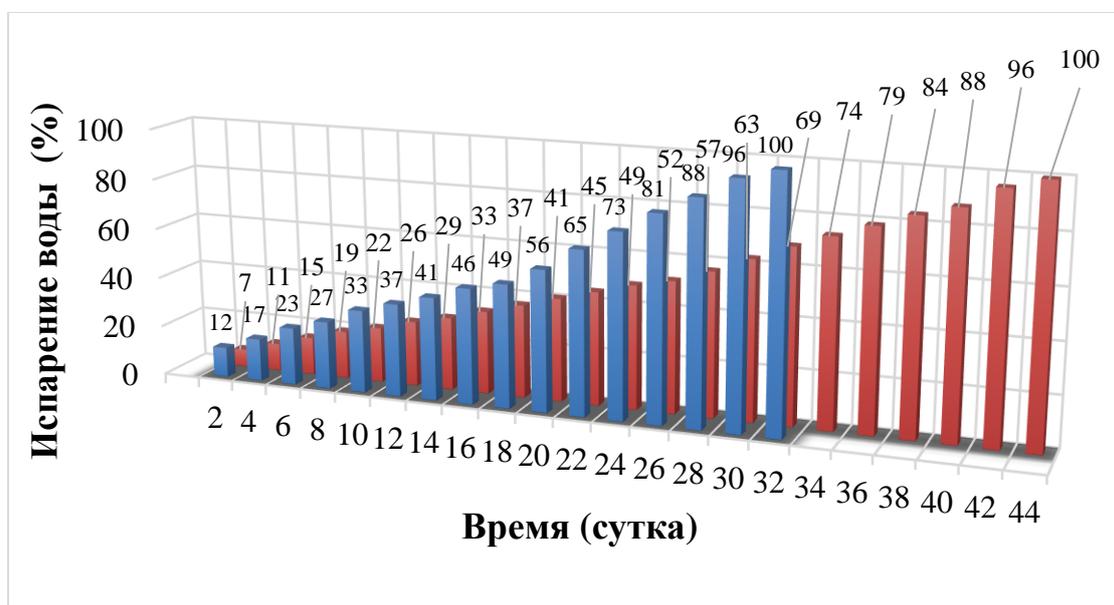


Рис.18. Время удерживания воды гидрогелей (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА (■)) и (Kрахmal-Sell/ПАК/ПАМ/КА/Bent/NGK (■)).

Кроме того, были изучены факторы, влияющие на время начала гелеобразования для синтеза высоконабухаемого гидрогеля (YQS-ПАК/КА/ПАМ/Bent/NGK), и результаты исследований представлены на рис 19-21. Было определено влияние концентрации бентонита и персульфата калия (КПС) на начало гелеобразования (рис. 19 и 20).

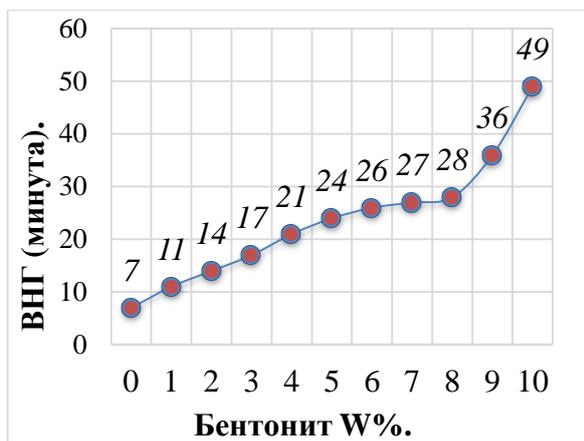


Рис.19. Влияние концентрации бентонита на время начала гелеобразования.

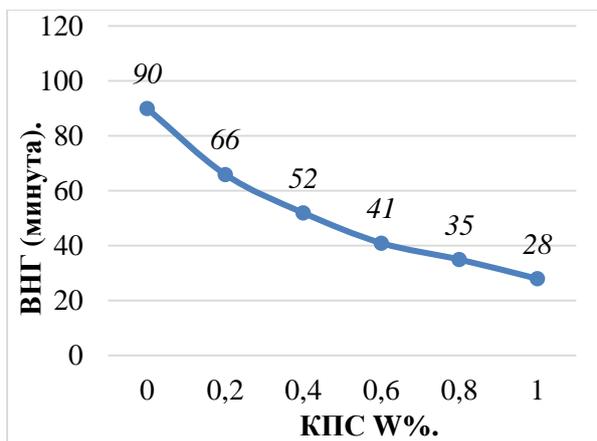


Рис.20. Влияние концентрации инициатора на время начала гелеобразования.

В результате исследований установлено, что концентрация бентонита влияет на время начала гелеобразования (рис. 19). При концентрации бентонита в реакционном процессе более 8 % (относительно массы акриловой кислоты, акриламида и мочевины) время начала гелеобразования резко увеличивается. Другим фактором, влияющим на начало гелеобразования, являются ионы металлов, таких как Ca^{2+} , Fe^{3+} , Ti^{2+} , Mg^{2+} , которые присутствуют в бентоните.

Видно, что с увеличением концентрации персульфата калия (КПС) время начала гелеобразования уменьшается (рис. 20). Это объясняется увеличением количества первичных радикалов в реакционной смеси. В результате исследований было установлено, что из-за повышения концентрации персульфата калия реакция останавливалась преждевременно, не дойдя до конца. При концентрации персульфата калия (КПС) 1% (относительно исходной массы сырья) гелеобразование начиналось на 26 минуте реакции, и эта концентрация и время оказались оптимальными условиями.

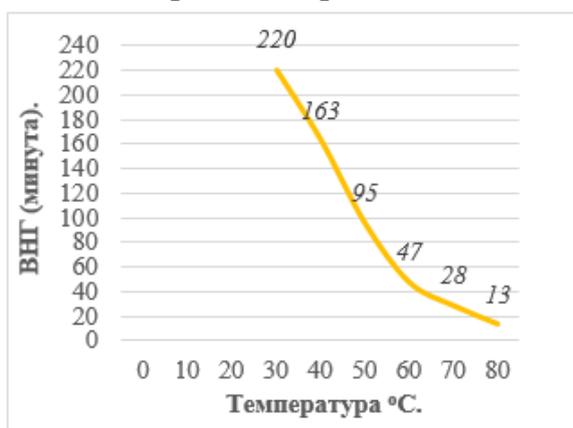


Рис.21. Влияние температуры реакции на время начала гелеобразования.

В результате исследований было установлено, что температура реакции влияет на время начала гелеобразования (рис. 21). Это можно объяснить тем, что время образования радикальных центров уменьшается, а количество радикальных центров увеличивается при повышении температуры. При температуре ниже 70 °C начало гелеобразования происходит дольше, и, как следствие, требуется больше времени для синтеза

высоконабухаемого гидрогеля. Кроме того, на выход реакции влияет температура реакции. В реакции синтеза высоконабухающих гидрогеля (YQS-РАК/КА/РАМ/Bent/NGK) выход реакции составил 93% при температуре 70°C.

Таблица 2.

Общее описание полученных высоконабухающих гидрогелей

№	Гидрогели	Внешний вид	Рабочая температура °С	Влажн-ость %	Водопог-лощени, (г/г)	Рабочее время (лет)
1	Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK	Бледно-желтый	115-120	5-6	946	2-2,5
2	Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK	желтый	115-120	5-6	822	2
3	YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK	Желтый	110-115	4-5	690	2
4	Kraxmal-Xitozan/PAK/Kaolin/NGK	Бледно-желтый	100-105	3-4	660	1,5-2
5	MKS/LK/KA	Бледно-желтый	90-95	6-7	380	1-1,5
6	Kraxmal-Kraxmal/PAN	желтый	110-115	5-6	724	2-2,5
7	Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin	желтый	115-120	4-5	880	2

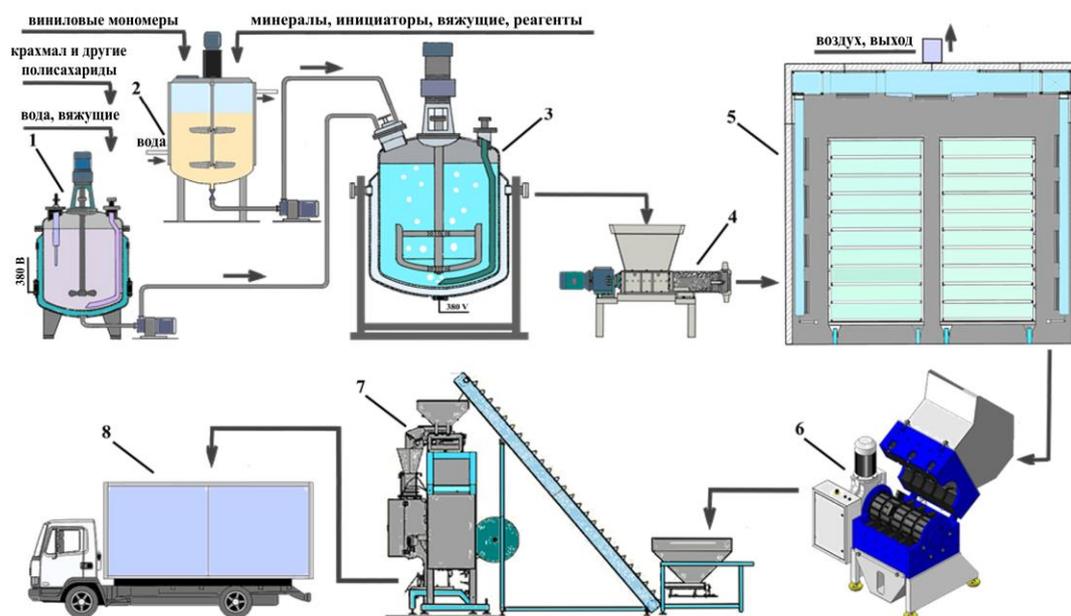
В таблица 2 представлены сведения о физико-химических свойствах вновь синтезированных высоконабухающих гидрогелей - внешний вид, термостойкость, влажность, набухание в дистиллированной воде, рабочее время. Также по результатам исследований было выяснено, что в зависимости от засоленности почвы изменяется рабочее время гидрогелей.

В пятой главе «**Получение высоконабухающих гидрогелей на основе сополимеров природных полисахаридов, практическое применение и их технико-экономическое обоснование**» изучены параметры технологических процессов получения гидрогелей и разработана технологическая схема. Определены оптимальные условия получения высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов, гибридных полисахаридов, виниловых мономеров, мочевины, лимонной кислоты, природных минералов - бентонита, монтмориллонита, каолина и гидрокарбоната натрия.

Одним из масштабных научно-технических исследований, проводимых в нашей республике, является получение высоконабухающих гидрогелей на основе сополимеров полисахаридов. Предлагаемая технология примечательна тем, что она проста, производственный процесс может осуществляться в простых реакторах, обеспечен местным сырьем.

Предлагаемая технологическая схема производства высоконабухающих гидрогелей представлена на рис.22.

ООО «ГИДРОГЕЛЬ» в Олтинсайском районе Сурхандарьинской области производит высоконабухающие гидрогели, хранящие воду и минеральные удобрения на основе полисахаридов, гибридных полисахаридов, виниловых мономеров, карбамида и минералов. Эти гидрогели позволяют собирать урожай с земель, которые не используются из-за дефицита воды, а также снижают ее расход за счет хранения минеральных удобрений в плодородном слое почвы. Также гидрогели экономят водопотребление за счет того, что сохраняют воду, прошедшую в почву с атмосферными осадками или поливом, в состоянии, легко переходящем к корням растений. Произведенные таким образом гидрогели заменяют импорт на внутреннем рынке, экологичны и дешевы, а произведенные гидрогели поставляются во все регионы республики.



1 – реактор для получения гибридов полисахаридов; 2 – реактор для нейтрализации виниловых мономеров и смешивания связующих, инициаторов и минералов; 3 – главный реактор; 4 - дробилка для первичного измельчения полученного гидрогеля; 5 – сушильная печь; 6 – дробилка для высушенного гидрогеля; 7 – упаковочное оборудование; 8 – готовый продукт потребителю.

Рис.22. Технологическая схема производства высоконабухающих гидрогелей

Также в пятой главе диссертации представлены технико-экономические показатели получения высоконабухающих гидрогелей. Цена предложенных высокоэффективных гидрогелей сравнивалась с импортируемым из-за рубежа гидрогелем NaKMS/полиакрилата калия-SAP (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели экономической эффективности полученных высоконабухающих гидрогелей по сравнению с импортным гидрогелем NaKMS/полиакрилаткалия-SAP

Гидрогели	Цена за 1 т (сум)	Экономическая эффективность (сум)
Kraxmal-Sell/АК/РАМ/КА/Bent/NGK	50 769 118,4	54 230 881,6
Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK	64 501 360	40 498 640
Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin	66 803 926,4	38 196073,6
NaKMS/kaliypoliakrilat-SAP	105 000 000	-----

Выводы

1. Предложена технология получения высоконабухающих гидрогелей Kraxmal-Sell/PAK/PAM/KA/Bent/NGK, Kraxmal-NaKMS/PAK/Mont/NGK, YQS-PAK/KA/PAM/Bent/NGK, Kraxmal-Xitozan/PAK/Kaolin/NGK, MKS/LK/KA, Kraxmal-Kraxmal/PAN, Sellyuloza-Sellyuloza/PAM/Kaolin на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых мономеров,

мочевины, лимонной кислоты, природных минералов - бентонита, монтмориллонита, каолина и бикарбоната натрия.

2. Определена, что свойства набухания гидрогелей зависят от концентрации исходных материалов, времени и температуры реакции, щелочной или кислой среды, а также концентрации ионов в растворе. Показано, что гидрогели, полученные на основе природных полисахаридов, гибридных полисахаридов, мочевины, бентонита, монтмориллонита, каолина и виниловых мономеров, снижают расход минеральных удобрений на 17-22% и повышают продуктивность растений на 10-15%.

3. Доказано, что степень набухания синтезированных гидрогелей уменьшается за счет высокой плотности ионов при увеличении концентрации ионов одновалентных (NaCl), двухвалентных (CaCl_2) и трехвалентных (AlCl_3) солей, а также одновалентных солей с многоатомными катионами (NH_4Cl) в растворе;

4. Определена, что за счет введения в полимерную цепь и матрицу высокоэластичных гибридных полисахаридов, богатых гидрофильными группами и минералами, такими как: мочевина, бентонит, монтмориллонит, каолин, степень набухания гидрогелей увеличилась на 25 %, продолжительность удерживания воды на 20 %, потребление воды снизилась на 20-25 %.

5. Рекомендовано добавление бентонита, каолина и монтмориллонитных минералов в процессе синтеза гидрогелей в целях улучшения механической прочности, водопоглощения и возврата воды в необходимое время для растений.

6. Доказано, что крупные поры, образующиеся в гидрогелях при выделении углекислого газа, получаемого при разложении бикарбоната натрия, добавляемого при синтезе гидрогелей, облегчают проникновение воды внутрь гидрогеля и сокращают время набухания.

7. Полученные гидрогели рекомендовано для использования в качестве продукта, что поглощают и запасают большое количество воды и легко возвращают ее растениям через корневую систему в периоды засухи, предотвращая при этом высыхание растений из-за обезвоживания, экономят расход воды и минеральных удобрений.

8. Технология получения высоконабухающих гидрогелей на основе полисахаридов, гибридов полисахаридов, виниловых мономеров, мочевины, лимонной кислоты, природных минералов - бентонита, монтмориллонита, каолина и гидрокарбоната натрия внедрена в предприятие ООО "Oltinsoy HYDROGEL" и полученные гидрогели было предложено для снизить потребление воды в сельском хозяйстве.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 AT TERMEZ STATE UNIVERSITY**

TERMEZ STATE UNIVERSITY

KHOLNAZAROV BAKHODIR

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING HIGH-
SWELLING AND BIODEGRADABLE HYDROGELS BASED ON
COPOLYMERS OF NATURAL POLYSACCHARIDES**

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

**DISSERTATION ABSTRACT
OF THE DOCTOR OF (DSc) TECHNICAL SCIENCES**

Termez – 2023

The title of the dissertation of a Doctor of Sciences (DSc) has been registered by the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation with registration numbers of B2023.2.DSc/T3551.

The dissertation has been prepared at the Termez State University.

The abstract of dissertation in three (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online www.tersu.uz and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal www.ziynet.uz.

Scientific advisers:

Turaev Khayit Khudaynazarovich
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents:

Rakhmanberdiev Gappar Rakhmanberdievich
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Amonov Mukhtar Rakhmatovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Beknazarov Khasan Soibnazarovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization::

Institute of General and Inorganic Chemistry

The defense of the thesis will take place "_____" _____ 2023 at "_____" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 at Termez State University at the address: 190111, Surkhandarya region, Termez, st. Barkamol Avlod, 43. Tel .: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz.

The thesis is registered at the Information Resource Center of Termez State University under No. _____, which can be found at the IRC (190111, Surkhandarya region, Termez, Barkamol Avlod St., 43. Tel .: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

The abstract of the dissertation was sent out "_____" _____ 2023.
(Protokol at the register No. _____ dated "_____" _____ 2023).

I.A. Umbarov

Chairman of the Scientific Council for
awarding of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Docent

Sh.A. Kasimov

Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Docent

R.V. Alikulov

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Docent

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The purpose of the study: Is the development of a technology for obtaining effective, highly swellable and biodegradable hydrogels suitable for natural climatic and soil conditions, based on polysaccharide copolymers.

The object of research work corn starch, cotton cellulose, tree cellulose, sodium carboxymethylcellulose, chitosan, acrylonitrile, acrylamide, citric acid, acrylic acid, urea, bentonite, kaolin, montmorillonite, sodium bicarbonate, ammonium persulfate, methylenebisacrylamide, epichlorohydrin, glutaric aldehyde, potassium persulfate.

The scientific novelty of the study lies in the following:

creation of optimal conditions for obtaining highly swelling hydrogels based on polysaccharides, polysaccharide hybrids, vinyl monomers, urea, citric acid, natural minerals - bentonite, montmorillonite, kaolin and sodium bicarbonate;

it was found that hydrogels obtained on the basis of a hybrid of polysaccharides are resistant to aggressive environments, such as saline, acidic, alkaline, have high water absorption, retain absorbed water for a long time, and have the properties to return it if necessary;

it has been proven that the degree of swelling of the synthesized hydrogels decreases due to the high density of ions with an increase in the concentration of ions of monovalent (NaCl), divalent (CaCl₂) and trivalent (AlCl₃) salts, as well as monovalent salts with polyatomic cations (NH₄Cl) in solution;

it was determined that due to the introduction of highly elastic hybrid polysaccharides rich in hydrophilic groups and minerals such as: urea, bentonite, montmorillonite, kaolin into the polymer chain and matrix, the degree of swelling of hydrogels increased by 25%, the duration of water retention by 20%, water consumption decreased by 20-25%;

It has been proven that hydrogels based on natural polysaccharides, hybrid polysaccharides, urea, bentonite, montmorillonite, kaolin and vinyl monomers reduce the consumption of mineral fertilizers by 17-22% and increase plant productivity by 10-15%.

during the synthesis of hydrogels with the addition of sodium bicarbonate, it was found that there are many large pores in hydrogels, and water and minerals dissolved in water move freely through these pores;

Based on polysaccharides, polysaccharide hybrids, vinyl monomers, urea, natural minerals, citric acid, sodium bicarbonate, suitable for natural climatic and soil conditions, capable of replacing imported ones, a technology has been developed for producing environmentally friendly and cheap biodegradable highly swellable hydrogels.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on the technology of obtaining and using effective highly swellable hydrogels based on polysaccharides, polysaccharide hybrids, vinyl monomers, urea, citric acid and natural minerals:

the technology for producing highly swelling hydrogels containing a hybrid of starch with cellulose, acrylamide, acrylic acid, urea and a natural mineral - bentonite

has been put into practice at LLC (Oltinsoy HYDROGEL) (Reference No. 32-14 / 6371 of the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan dated November 9, 2022.). As a result, it was possible to obtain an agricultural hydrogel that reduces water consumption by 20-25% due to the retention of moisture around the roots, mineral fertilizers by 17-22%, and increases the fruitfulness of plants by 10-15%.

LLC (Oltinsoy HYDROGEL) has introduced into production a technology for producing highly elastic hydrogels containing a hybrid of starch with cellulose, acrylic acid and montmorillonite (Reference No. 32-14/6371 of the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan dated November 9, 2022). As a result, hydrogels were developed that are resistant to aggressive media, thermostable, environmentally friendly, import-substituting, cheap, biodegradable highly swellable hydrogels.

the technology for obtaining highly elastic hydrogels by adding natural minerals - bentonite, kaolin, montmorillonite has been introduced into the production of Oltinsoy HYDROGEL LLC. (Information No. 32-14 / 6371 dated November 9, 2022 of the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan). As a result, the natural minerals used - bentonite, kaolin, montmorillonite - made it possible to increase the swelling of hydrogels by 25%, the water retention time by 20%, improve their heat resistance and reduce the cost.

The structure and scope of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 185 pages.

E'lon qilingan ilmiy ishlar ro'yxati
Список опубликованных работ
List of publication

I bo'lim (I часть; I part)

1. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т. Разработка технологии получения высоконабухающих гидрогелей на основе сополимеров крахмала и их применение. // Монография. –Т.: “Университет”, -2020. 128 с.

2. Джалилов А.Т., Таджиходжаев З.А., Ширинов Ш.Д., Холназаров Б.А., Омиров Р, Теорентические основы интенсификации добычи нефти закачкой влагопоглотителей на основе местного сырья. // Монография. –Т.: Инновацион ривожланиш нашриёт– матбаа уйи. -2020. 120 с

3. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х. Получение и характеристика суперабсорбирующего полимера прививочной полимеризацией крахмала. // Universum: технические науки. -2020. № 8(77)., -С. 59-62. (02.00.00., №1).

4. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х. Назаров Ю.Э. Синтез гидрогелей на основе биоматериалов крахмала и натрий карбоксиметилцеллюлозы // Universum: Химия и биология. -2020. № 10(76)., -С. 57-60. (02.00.00., №2).

5. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Ахатов А.А. Синтез и характеристика биоразлагаемых гидрогелей на основе крахмала и лимонной кислоты. // Universum: Химия и биология. -2020. № 10(76)., - С. 37-40. (02.00.00., №2).

6. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д. Синтез сельскохозяйственных гидрогелей на основе хлопковой целлюлозы, мочевины и акриловой кислоты. // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. -2021. № 5., -С. 25-30. (02.00.00., №8).

7. Xolnazarov B.A., To'raev X.X., Djalilov A.T. Yog'och qipig'i selliulozasi va karbamid asosli gidrogel sintezi. // Илмий хабарнома. АндУ. -2021. № 7(59). –С. 5-15. (02.00.00., №13).

8. Kholnazarov B.A., Turaev, Kh.Kh., Jalilov A.T. Synthesis of hydrogels based on cotton cellulose, urea and acrylic acid. // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. -2021. I.11. –V.103. -P. 1077-1083. №23. SJIF. 2021. IF-7.184.

9. Холназаров Б.А., Тўраев Х.Х., Тоштемиров А. Э., Содиков С.Х., Бўриев С.А., Умуркулова Ф.А. Синтез суперабсорбентного полимерного композита на основе сополимеров крахмала. Universum: Химия и биология. -2021. №1(79)., -С. 70-73. (02.00.00., №2).

10. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Синтез суперабсорбирующего гидрогеля на основе сополимеров крахмала. Химия и химическая технология. // -2021. №1., -С. 38-43. (02.00.00., №3).

11. Kholnazarov B.A., Turaev Kh.Kh., Rashidova G.E., Jalilov A.T., Shirinov Sh.,D. Synthesis of biodegradable superabsorbing hydrogel based on wood sawdust cellulose, urea and acrylic acid. // NamDU Ilmiy Axborotnomasi. -2022. №1., -С. 94-99. (02.00.00., №18).

12. Kholnazarov B.A., Turaev, Kh.Kh., Djalilov A.T. Synthesis of Superabsorbent Hydrogels Based on Starch Copolymer/Minerals Powder. // International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). -2022. № 70(12)., -P. 351-358. Doi: 10.14445/22315381/IJETT-V70I12P234. №3. Scopus, 2022. CiteScore-1.

13. Turaev Kh.Kh., Kholnazarov B.A., Djalilov A.T. “Synthesis of superabsorbent hydrogels based on starch-chitosan hybrid. // European Chemical Bulletin. -2022. № 11(11)., -P. 152 – 161. Doi: 10.31838/ecb/2022.11.11.018. №3. Scopus, 2022. CiteScore -1,6.

14. Xolnazarov B.A., Turayev X.X., Djalilov A.T., Shirinov Sh.D. Selluloza-xitozan gibridi asosida bioparchalanuvchan gidrogellar sintezi. // Kompozitsion materiallar -2022. №4., -С. 37-40. (02.00.00., №4).

15. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Синтез биоразлагаемого суперабсорбирующего гидрогеля на основе хлопковой целлюлозы, лимонной кислоты и мочевины”. // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. -2022. №5., -С. 46-51. (02.00.00., №8).

16. Kholnazarov B.A., Turaev, Kh.Kh., Djalilov A.T. Shirinov Sh.D. Obtaining a biodegradable superabsorbent hydrogel based on chitosan, citric acid and urea. // Scientific and Technical Journal of Namangan Instituti of Engineering and Technology №4(7)., -С. 185-191. (02.00.00., №2).

II bo‘lim (II часть; II part)

17. Холназаров Б.А. Крахмал сополимерлари асосида сув ва минерал ресурсларни тежовчи қишлоқ хўжалиги гидрогелларини синтез қилиш. Янги Ўзбекистоннинг истеъдодли ёшлари «Тошкент таълим нашриёти» -15 сентябр. -2020. -197-204-б.

18. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Турдимуродов О.Б. Крахмал сополимерлари асосида сув ва минерал ресурсларни тежовчи қишлоқ хўжалиги гидрогелларини синтез қилиш. // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. –Термиз.: -24-26 -2020 апрел. 233-235-б.

19. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Содиқов С.Н. Синтез высоконабухаемые гидрогелей на основе биоматериалов крахмала и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы. // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами.–Термиз.: -24-26 -2020 апрел. 235-237-б.

20. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х. Крахмал сополимерлари асосида сув ва минерал ресурсларни тежовчи қишлоқ хўжалиги гидрогелларини синтез қилиш. // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. –Термиз.: -24-26 -2020 апрел. 39-44-б.

21. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Содиқов С.Н. Получение, структура и свойства гидрогелей фосфатов крахмала. // Маҳаллий хомашёлар ва

иккиламчи ресурслар асосидаги инноватсион технологиялар. Республика илмий – техник анжумани материаллари тўплами. –Урганч.: -2021. 19-20 апрел. 156-157-б.

22. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Рашидова Г.Э. Синтез суперабсорбирующих гидрогелей. // Замонавий органик кимёнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Қарши.: -2021. 1 май. 259-260-б.

23. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Синтез суперабсорбирующий гидрогеля. // Материалов международной конференции SOL-GEL. -Самарқанд.: -2021. 11-15 октябр. 77-78-б.

24. Xolnazarov B.A., To‘rayev X.X., Shirinov Sh.D. Djalilov A.T. Yog‘och qirig‘i sellulyozasi va karbamid asosli gidrogel sintezi. // Академик А.Ф. Ғаниев ва академик Н.А. Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. –Термиз.: 19-21 май. - 2022. 183-185 б.

25. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х. Синтез сельскохозяйственных гидрогелей на основе хлопковой целлюлозы. // Академик А.Ф. Ғаниев ва академик Н.А.Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. –Термиз.: 19-21 май. - 2022. 185-187 б.

26. Xolnazarov B.A., To‘rayev X.X., Shirinov Sh.D. Djalilov. Synthesis superabsorbent hydrogels from starchchitosan hybrid. // The Uzbekistan-Japan International Conference. Energy-Earth-Environment-Engineering. Tashkent.: Noyabr 17 -18. -2022 –P. 69.

27. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Синтез биоразлагаемого суперабсорбирующего гидрогеля. // The Uzbekistan-Japan International Conference. Energy-Earth-Environment-Engineering. -Tashkent.: Noyabr 17 -18. - 2022 –P. 82.

28. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Синтез биоразлагаемого суперабсорбирующего гидрогеля. // “Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. –Buxoro.: 22-23-dekabr. -2022. 446-448 б.

29. Холназаров Б.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Табiiй полисахарид сополимерлари асосида гидрогелларни синтез қилиш ва хусусиятларини ўрганиш. // “Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. –Buxoro.: 22-23-dekabr. -2022. 448-450-б.

30. Kholnazarov B.A. Synthesis of superabsorbent hydrogels based on starch copolymer. // Нодир ва ноёб металллар кимёси ва технологияси: бугунги ҳолати, муаммолари ва истиқболлари” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. –Термиз.: 28-29 апрель. -2023. 181-184 б.

Avtoreferat “Surxondaryo ilm va fan” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 22.05.2023 yil.
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60x84 1/16
“Times New Roman” garniturasini. Ofset bosma usuli.
Shartli b.t. 3.6. Adadi 100 Nusxa. Buyurtma № 137.

Termiz davlat universiteti nashr-matbaa markazida chop etildi.
Manzil: Termiz shaxri, Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.

