

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01  
ILMIY KENGASH**

---

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI**

**ALLAMURATOVA ANARGUL SULTAMURATOVNA**

**AKRILAMID VA ITAKON KISLOTASI ASOSIDA STRUKTURA HOSIL  
QILUVCHI SOPOLIMERLAR SINTEZI VA ULARNING  
QORAQALPOG‘ISTONNING TUPROQLARIGA TA’SIRI**

**02.00.11 – Kolloid va membrana kimyosi**

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent-2024**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of the dissertation abstract of doctor of filosofy (PhD)**

**Allamuratova Anargul Sultamuratovna**

Akrilamid va itakon kislotasi asosida struktura hosil qiluvchi sopolimerler sintezi va ularning Qoraqalpog‘istonning tuproqlariga ta’siri ..... 3

**Алламуратова Анаргул Султамуратовна**

Синтез структурообразующих сополимеров на основе акриламида и итаконовой кислоты и их влияние на почвы Каракалпакстана..... 21

**Allamuratova Anargul Sultamuratovna**

Synthesis of structure-forming copolymers based on acrylamide and itaconic acid and their effect on the soils of Karakalpakstan. .... 39

**Список опубликованных работ**

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati

List of published works ..... 43

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01  
ILMIY KENGASH**

---

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI**

**ALLAMURATOVA ANARGUL SULTAMURATOVNA**

**AKRILAMID VA ITAKON KISLOTASI ASOSIDA STRUKTURA HOSIL  
QILUVCHI SOPOLIMERLAR SINTEZI VA ULARNING  
QORAQALPOG‘ISTONNING TUPROQLARIGA TA’SIRI**

**02.00.11 – Kolloid va membrana kimyosi**

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent-2024**

**Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi xuzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.PhD/K643 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Qoraqalpoq davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) va «Ziyonet» axborot ta'lim portalida ([www.zionet.uz](http://www.zionet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Sharipova Ayshagul Ibraimovna**  
kimyo fanlari nomzodi, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Maxkamov Ravshan Raximovich**  
kimyo fanlari doktori

**Buxorov Shuxrat Buriyevich**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Etakchi tashkilot:**

**Namangan muhandislik-texnologiya instituti**

Dissertatsiya ximoyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti huzuridagi DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01 raqamli Ilmiy kengashning «5» dekabr 2024 yil soat 14:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60; faks: (+99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Umumiy va noorganik kimyo institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (20-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100170, Toshkent shahri, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60; faks: (+99871) 262-79-90).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «20» noyabr kuni tarqatildi.  
(2024 yil «20» noyabrdagi № 20-reestr bayonnomasi)



**B.S.Zakirov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash raisi, k.f.d., prof.

**D.S.Salixanova**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash kotibi, t.f.d., prof.

**L.D.Eshmetov**

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash qoshidagi  
ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

## **KIRISH (falsafa fanlari doktori dissertatsiyasi avtoreferati)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Butun dunyoda atrof-muhitning buzilishining muhim ekologik muammosi mavjud bo'lib, bu ayniqsa tuproq sifatining pasayishida namoyon bo'ladi. Qishloq xo'jaligi va ekologiya uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan yangi tuproqni qayta ishlash reagentlari yaratilmoqda, chunki tuproq strukturasi yaxshilanishi suv resurslaridan samarali foydalanish, hosildorlikni oshirish va o'simlik mahsulotlari sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu munosabat bilan qishloq xo'jaligi sanoatida va yerdan barqaror foydalanishda ko'zlangan natijalarga erishish uchun samarali struktura hosil qiluvchilarni tanlash, shuningdek, ularning tarkibi va konsentratsiyasini har xil turdagi tuproq va iqlim sharoitlariga moslashtirish uchun optimallashtirish axamiyatga ega hisoblanadi.

Butun dunyoda yuqori strukturaviy xususiyatlarga ega yangi materiallarni yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Binobarin, tabiiy xom ashyo, sintetik polimerlar va sanoat chiqindilari asosida yangi strukturant hosil qiluvchi aralashmalarni ishlab chiqarish va o'rganishga, ularning tuproq tuzilishini yaxshilash jarayonida samaradorligini va har xil turdagi tuproqlar bilan o'zaro ta'sirini aniqlashga, hosil bo'lgan struktura hosil qiluvchi moddalarning tarkibi va xususiyatlarini o'rganish, ularni ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazish, tuproqning tuzilishi va suvni saqlash qobiliyatini yaxshilash uchun samarali kompozitsiyalarni tanlash, shuningdek, tuproq va atrof-muhitga mumkin bo'lgan salbiy ta'sirlarning oldini olishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikada yangi materiallar, jumladan, mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilari asosida struktura hosil qiluvchi moddalar olishda ilmiy va amaliy natijalarga erishildi. Yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasining 2022-2026-yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishga qaratilgan uchinchi yo'nalishida "Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlash va sanoatning umumiy hajmini mahalliy ishlab chiqarish hajmini oshirish; sanoat ishlab chiqarish hajmini 1,4 barobar oshirish..."<sup>1</sup>. Bu jihatdan kimyo va qishloq xo'jaligi sanoatining zamonaviy talablariga javob beradigan yuqori samarali struktura hosil qiluvchi polielektrolitlarni yaratish, funksional xususiyatlari va ishlab chiqarish sharoitlari, shuningdek, tarkibi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatish bo'yicha olib borilayotgan ilmiy izlanishlar katta ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «Yangi O'zbekistonning 2022-2026 yillarga mo'ljallangan taraqqiyot strategiyasi» to'g'risidagi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son «O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida»gi Farmonlari, 2017 yil 23-avgustidagi PQ-3236-son «2017-2021- yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi to'g'risida»gi, 2018 yil 25 oktyabrdagi PQ-3983-son "O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari va ushbu sohaga oid boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda nazarda tutilgan vazifalarni amalga oshirishga mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

---

<sup>1</sup>O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarda Yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi.** Ushbu tadqiqot respublika VII fan va texnikani rivojlantirishning ustuvor “Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar” yo‘nalishiga muvofiq amalga oshirildi.

**Muammoni bilish darajasi.** Dunyoda reagentlar va materiallarni, shu jumladan, tuproq tuzilishini yaxshilash uchun suvda eruvchan polimerlarni yaratish sohasida maqsadli tadqiqotlar A.R.Tsyganov, M. Bahadori, S. Chen, S. Lyuis, M.V. Sorokina, Fern ández - Kaliani J., Gira ldez M., Yu.G. Maksimova, M.S. Kuznetsova va boshqalarning ilmiy maktablari tomonidan faol ravishda olib borilmoqda.

O‘zbekistonda K.S.Axmedov boshchiligida tuproqlarning xarakteristikalarini va ularning dispersiyasini yaxshilashga, boshqa kimyoviy reagentlarni yaratishga qaratilgan maktab tashkil etildi, ularning vakillari: E.A.Aripov, F.L.Glekel, S.S.Xamraev, S.N.Aminov, A.A.Agzamxo‘jaev, U.Q.Axmedov, G.R.Narmetova, I.Q.Sataev, S.A.Abdurahimov, I.D.Eshmetov, Sh.A.Kuldasheva, A.B.Abdikamalova va boshqalar rivojiga katta hissa qo‘shdilar.

Shuni ta’kidlash kerakki, hozirgi kunga qadar agrotexnik ehtiyojlar uchun samarali struktura hosil qiluvchi moddalarning yangi turlarini yaratish va ulardan foydalanish, ularning tarkibi va o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda texnologiyalarni ishlab chiqishga bag‘ishlangan tadqiqotlar mavjud emas. Struktura hosil qiluvchi moddalarni olishning mavjud usullari ko‘pincha qimmatga tushadi va har doim ham tuproqning strukturaviy xususiyatlarini yaxshilashning kutilgan samarasini ta'minlay olmaydi.

**Tadqiqotning dissertatsiya olib borilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining tadqiqot rejalari bilan aloqasi.** Dissertatsiya tadqiqoti Qoraqalpoq davlat universitetining ilmiy-tadqiqot rejasiga muvaffiq A-OT-2021-357 “Qoraqalpog‘iston hududidagi ichimlik suvi va sanoat suvlarini tozalash uchun mahalliy xomashyo (ko‘mir, bentonit)dan sorbentlar olish texnologiyasini ishlab chiqish” loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** akrilamid va itakon kislotasi asosida struktura hosil qiluvchi sopolimerlarni sintez qilish va ularning Qoraqalpog‘iston tuproqlariga ta’sirini aniqlashdan iborat.

#### **Tadqiqotning vazifalari:**

Amudariyo va Qorao‘zyak tumanlari tuproqlarining kimyoviy va mineralogik tarkibini, kation almashish qobiliyatini va ularning tuproq namligini saqlashga ta’sirini o‘rganish;

akrilamid sopolimerini itakon kislotasi bilan sintez qilish jarayonlarini o‘rganish va muhitning pH qiymatini, monomerlarning nisbatini va sintez davomiyligini ularning eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga va molekulyar og‘irligiga ta’sirini aniqlash;

gidroliz jarayonlarini o‘rganish va gidrolizlangan sopolimerlarning tarkibi, xususiyatlarini aniqlash va molekulyar og‘irligini baholash;

turli polielektrolitlar bilan ishlov berilganda tuproqlarning strukturaviy va agregat tarkibidagi o‘zgarishlarni tahlil qilish;

polielektrolit eritmaları ta'sirida suvga chidamli agregatlarning o'zgarishini va tuproq suvini ushlab turishini o'rganish;

**Tadqiqotning ob'ektlari** sifatida akrilamid (AA), itakon kislotasi (IK) va ularning sopolimerlari, ular asosidagi strukturantlar, Amudariyo (PA) va Qorao'zyak (PK) tumanlari tuproqlari tanlab olingan.

**Tadqiqotning predmeti** akrilamid va itakon kislotasi sopolimerlarini sintez qilish usullari, sopolimerlarning gidroliz reaksiyalari, ularning qovushqoqligini aniqlash usullari va boshqa kolloid-kimyoviy xususiyatlarini aniqlashdan idorat.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertasiya ishini bajarishda dispers tizimlarning fizik-kimyoviy (rentgenofluoressent, spektrofotometrik, mikroskopik tahlillar) va kolloid-kimyoviy (viskozimetriya, titrometriya, adsorbsiya) xususiyatlarini aniqlash uchun zamonaviy va an'anaviy usullar keng qo'llanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

AA va IK ni 5:1 molyar nisbatda 0,1% miqdorda initsiator yordamida sopolimerlashda pH=2,11 bo'lgan zich, bir xil, shaffof maxsulot (1AA:IK-5,5) hosil bo'ladi va AA ulushining har bir mol IK uchun 10 molgacha ko'tarilishi pH ni 0,07 ga biroz oshiradi, bu esa 85,8% dan ortiq hosildorlik bilan suvda yaxshi eriydigan sopolimerlarni ishlab chiqarishni osonlashtirishi asoslangan;

yuqori unumdorlik va yaxshi qovuchqoqlik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan sopolimerlarni olish uchun maqbul sharoitlar pH taxminan 8,1 va itakon kislotaning akrilamidning 1:5,5 dan 1:6,0 gacha bo'lgan molyar nisbati bo'lgan muxitga mos keladi, 96,81% sopolimer hosildorligiga erishishga va asosiy moddaning massa ulushi 99,1% ga etishi aniqlangan;

sopolimerlarning  $11,34 \cdot 10^5$  va  $15,4 \cdot 10^5$  molekulyar og'irlikka ega ekanligi va  $70^\circ\text{C}$  da 2 soat davomida gidrolizlanganda molekulyar og'irligi  $18,1 \cdot 10^5$  va  $20,2 \cdot 10^5$  ga etishi aniqlandi., bu ionlarning xarakatchanligini kamaytirishga va dissotsilanish darajasini mos ravishda 8 va 13% dan 44 va 56% gacha oshirishga erishi aniqlangan;

polielektrolitlarning tuproq strukturantlari sifatida samaradorligi 2AA:IK-5,5K ning 0,6% eritma bilan ishlov berilganda, nafaqat strukturantning tabiati va iste'moliga, balki tuproqning o'zining tuzilishiga, Amudaryo(PA) va Qorao'zak (PK) tuproqlarning strukturaviy koeffitsientiga ham bog'liqligi mos ravishda 0,40 va 0,14 dan 2,40 va 2,65 ga oshirishga erishishi aniqlangan;

sopolimerlarning kaliy shakllari, bu polimer zanjirlari va tuproq zarralari o'rtasidagi o'zaro ta'sirning ion mexanizmlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin, bu erda kaliy ionlari qo'shimcha o'zaro bog'lanishga yordam berishini, strukturasini yaxshilashi, suvga chidamli tuproq agregatlarini 84,5% gacha oshirishi isbotlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

akrilamid va itakon kislotasi asosidagi tuproqlarning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun polielektrolitlar – struktura hosil qiluvchi moddalarni sintez qilishning uslubiy asoslari ishlab chiqilgan;

akrilamid va itakon kislotasi asosida tuproq strukturantlarini va boshqa dispers tizimlarni ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchiligi.** Ilmiy tadqiqotlar zamonaviy fizik-kimyoviy va kolloid-kimyoviy usullardan foydalangan holda olib borildi, tuproq strukturantlari va suv saqlovchi struktura hosil qiluvchilarning kompozitsiyalari

tajriba sinovlari Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining laboratoriya va dala sharoitida o‘tkazildi hamda sinov dalolatnomalari bilan tasdiqlandi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati polielektrolitlarni sintez qilish metodologiyasini ishlab chiqish va ular asosida tuproqlar uchun samarali strukturantlarni yaratish, sopolimerlarni sintez qilish usullari va ularning gidrolizlanishi hamda suvda eriydigan polielektrolitlarning tarkibi va funktsional xususiyatlari bilan o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash olingan turli xil tuproqlar strukturantlarini olish jarayonini maqsadli o‘tkazish uchun asos bo‘lishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati dispers tizimni barqarorlashtirishda yuqori tuzilish hosil qilish xususiyatlariga ega bo‘lgan strukturasiz tuproqlarning strukturantlarini olish texnologiyasini ishlab chiqishga va kimyo hamda kimyoviy texnologiyalar sohasidagi ta‘lim muassasalarida magistrlar va bakalavrlarni tayyorlashning o‘quv jarayonida xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Turli tuproqlar uchun strukturantlarni olish bo‘yicha ilmiy natijalar asosida:

akrilamid va itakon kislotasi asosidagi tuproq strukturantlari Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining “2026-2030 yillarda amaliyotga joriy etish bo‘yicha istiqbolli ishlanmalar ro‘yxatiga” kiritilgan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining 2024 yil 18 martdagi 03/03-1104-son ma‘lumotnomasi). Natijada, tuproqni ushbu struktura hosil qiluvchilar bilan ishlov berish suvga chidamli agregatlar miqdorini 12 dan 86% gacha ko‘tarish imkonini beradi;

akrilamid va itakon kislotasi asosidagi sopolimerlarning kaliyli shakllari asosidagi suv saqlovchi kompozitsiyalar Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining “2026-2030 yillarda amaliyotga joriy etish bo‘yicha istiqbolli ishlanmalar ro‘yxatiga” kiritilgan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining 2024 yil 18 martdagi 03/03-1104-son ma‘lumotnomasi). Natijada, bu struktura hosil qiluvchilarning suvni singdirish qobiliyati 720 mg/g gacha oshirish imkonini beradi.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Ushbu tadqiqot natijalari 3 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilindi.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi.** Dissertasiya mavzusi bo‘yicha jami 17 ta ilmiy ishlar nashr etilgan, jumladan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestasiya komissiyasi dissertatsiyalarning asosiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya qilgan ilmiy nashrlarda 1 ta darslik, 6 ta ilmiy maqola, jumladan 2 tasi respublika va 4 tasi xalqaro jurnallarda nashr qilingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiyaning tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 116 bet.

## DISSERTASINING ASOSIY QISMI

**Kirish bo'limda** olib borilayotgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati, tadqiqotning maqsad va vazifalari asoslanadi, ob'ekt va predmet tavsiflanadi, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnikasini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligini ko'rsatiladi, ilmiy yangiligi va amaliy natijalarini belgilaydi, olingan natijalarning ilmiy-amaliy ahamiyatini oshib beradi va olingan tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyatini ochib beradi, tajriba sanoat sinovlari, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi haqida ma'lumot beradi.

Dissertatsiyaning **“Tuproq va qumning polimineral dispers tizimlarining strukturaviy va funksional jihatlarini: strukturani shakllantirish usullari va yondashuvlari”** deb nomlangan birinchi bobida bu bo'limda tuproq va qum kabi polimineral dispers sistemalarning hozirgi holati va kimyoviy melioratsiya orqali tuproq tizimida strukturani shakllantirish muammosini hal qilish yo'llari, tuproq va harakatlanuvchi qumlar uchun polimer strukturant hosil qiluvchilar va ularning kompozitsiyalari tahlil qilinadi, sanoat chiqindilaridan qum va tuproq uchun strukturant hosil qiluvchi sifatida foydalanish imkoniyatlari haqidagi adabiyotlarda mavjud ma'lumotlar umumlashtiriladi va tahlil qilinadi. Ushbu tizimlarda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlarga, jumladan ularning suv, havo va organik moddalar bilan o'zaro ta'siriga alohida e'tibor beriladi.

Adabiyotlarni ko'rib chiqish akrilamid sopolimerlari asosida yuqori samarali struktura hosil qiluvchilarni olish imkonini beradi. Adabiyotlarni tahlil qilish ushbu ishda qo'yilgan maqsad va vazifalarni shakllantirishga imkon beradi.

**“Qoraqalpog'iston tuproqlarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish”** deb nomlangan ikkinchi bobida dastlabki materiallarni o'rganish natijalari keltirilgan ularning tuzilishini o'rganish usullari yoritilgan.

Janubiy Orolbo'yi tuproqlari xossalari kompleks tahlil qilish doirasida, sho'rlanish darajasi va sug'orish muddatini hisobga olgan holda, o'rganish uchun Amudaryo (PA) va Qorao'zak (PK) tumanlarida bir necha tuproq maydonlari tanlab olindi. Faoliyatni aniqlash uchun namunalar 0-30, 30-50 va 50-70 sm chuqurlikdan steril idishlarda yig'ilgan va namuna olish yilning turli vaqtlarida o'tkazilgan.

PA va PK tuproqlarining o'rtacha xarakteristikalarini 1 va 2 jadvalda keltirilgan.

**1-jadval.**

### PA tuproq xususiyatlari

G	$C_C$ , %	$C_X$ , %	$C_S$ , %	$C_{Me}$ , %	$C_{Gu}$ , %	$C_{Az}$ , %	$C_{Fo}$ , %	$\omega$ , %	pH*
0-10	0,058	0,031	0,061	0,019	1,01	0,16	0,09	8,9	5,1
10-20	0,061	0,023	0,043	0,020	1,22	0,14	0,13	12,3	5,0
20-50	0,063	0,023	0,056	0,031	0,65	0,20	0,13	14,5	4,9

*G - chuqurlik, sm;  $C_C$  - umumiy karbonat miqdori,  $C_X$  - umumiy xlorid miqdori;  $C_S$  - sulfatlarning umumiy miqdori;  $C_{Me}$  -  $Me^{2+}$  ionlarining umumiy tarkibi;  $C_{Gu}$  - umumiy chirindi miqdori;  $\omega$  - namlik; \* - pH 10% suspenziya.*

**2-jadval.**

### PK tuproq xususiyatlari

G	$C_C$ , %	$C_X$ , %	$C_S$ , %	$C_{Me}$ , %	$C_{Gu}$ , %	$C_{Az}$ , %	$C_{Fo}$ , %	$\omega$ , %	pH*
0-10	0,061	0,038	0,065	0,021	1,00	0,09	0,06	7,3	5,0
10-20	0,065	0,029	0,049	0,024	1,05	0,11	0,09	9,5	4,9
20-50	0,066	0,027	0,055	0,035	0,62	0,13	0,09	15,8	4,8

PK tumanidagi tuproqlarda PA bilan solishtirganda xloridlar va sulfatlarning bir oz ko‘proq miqdori bor, bu sho‘rlanishning yuqori darajasini ko‘rsatishi mumkin.

$(C_{ME})^{2+}$  ionlarining umumiy tarkibi chuqurlik bilan ortadi, bu ayniqsa PK tumanidagi tuproqlarda sezilarli bo‘ladi, bu tuproqda uning og‘irligiga hissa qo‘shadigan va ehtimol mikroelementlar tarkibiga ta‘sir qiladigan ba‘zi metallar mavjudligini ko‘rsatishi mumkin.

Eng yuqori chirindi miqdori har ikki mintaqaning tuproq ustki qatlamlarida kuzatiladi, bu mikroorganizmlarning faolligi va organik qoldiqlarning to‘planishi tufayli ko‘pchilik tuproqlarga xosdir. Chuqur qatlamlarda gumus miqdori kamayadi, bu uning parchalanishini va biologik faollikning pasayishini ko‘rsatishi mumkin. Namlik ( $\omega$ ) chuqurlik bilan ortib borishini ko‘rsatadi, bu, ayniqsa, PK tumanidagi tuproqlarda sezilarli bo‘ladi, bu esa tuproqning kattaroq chuqurlikdagi suvni ushlab turish darajasini ko‘rsatishi mumkin.

### 3-jadval.

#### PA namunasining mineralologik tarkibi

G	Gl <sup>*</sup> , g/kg	P <sup>**</sup> , g/kg	Il <sup>***</sup> , g/kg
0-10	440	296	196
10-20	312	412	285
20-50	321	523	124

\* Gl - loy; \*\* P - qum; \*\*\* Il-bolshiqloy.

### 4-jadval.

#### PK namunasining mineralologik tarkibi

G	Gl <sup>*</sup> , g/kg	P <sup>**</sup> , g/kg	Il <sup>***</sup> , g/kg
0-10	396	245	202
10-20	331	396	312
20-50	309	428	308

PA tuproq namunalari chuqurlashgan sari loy tarkibining yuzasi pasayishini ko‘rsatadi, bu chuqurlikda engilroq tuproq tuzilishini ko‘rsatadi. PK tuproq namunalari loy miqdori ham chuqurlashgan sari pasayadi, lekin yuqori qatlamda (0-20 sm) loy miqdori shu kabi PA tuproq qatlamiga qaraganda yuqori.

PA tuproqlarida qum miqdori ortib borayotgan chuqurlashgan sari ortib boradi, bu chuqurlik bilan tuproqning suvni ushlab turish qobiliyatining pasayishini ko‘rsatadi. PK tuproqlarda ham chuqurlik bilan qum miqdori ortib boradi va 20-40 sm va 40-50 sm chuqurlikda qum miqdori xuddi shunday chuqurlikdagi PA tuproqlarga qaraganda yuqori. PA tuproqlarida bolshiqloy tarkibi ham chuqurlashgan sari o‘zgarib turadi, 20-50 sm chuqurlikda sezilarli pasayish kuzatiladi. PK tuproqlarida bolshiloy miqdori 20-40 sm chuqurlikda ortib boradi va 40-60 sm chuqurlikda taxminan bir xil darajada qoladi, bu esa bolshiqloyning tuproq profili bo‘ylab bir tekis taqsimlanganligini ko‘rsatadi.

Quyidagi ko‘rsatkichlar hisoblab chiqilgan: tuproqning havodagi solishtirma zichligi ( $\rho_{havo}$ ), suv muhitidagi tuproqning solishtirma zichligi ( $\rho_{suv}$ ), benzoldagi tuproqning solishtirma zichligi ( $\rho_{ben}$ ) va simob muhitidagi tuproqning solishtirma zichligi ( $\rho_{sim}$ ).

**Tuproq namunalarining strukturaviy va g'ovak xususiyatlari**

Namuna	$\rho_{\text{havo}}$ , g/sm <sup>3</sup>	$\rho_{\text{suv}}$ , g/sm <sup>3</sup>	$\rho_{\text{ben}}$ , g/sm <sup>3</sup>	$\rho_{\text{sim}}$ , g/sm <sup>3</sup>	$A_1$ , %	$A_2$ , %	$\Sigma_V$ , sm <sup>3</sup> /g
PK	1.71	2.56	2.71	1.96	33.2	27.7	0,022
PA	1.56	2.48	2.53	1.57	37.1	37.9	0,008

PK va PA uchun havo zichligi qiymatlari mos ravishda 1,71 g/sm<sup>3</sup> va 1,56 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Bu shuni anglatadiki, PK tuprog'i PA tuproqqa nisbatan ko'proq siqiladi. Tuproqning suv zichligi dispersiya muhiti sifatida suv yordamida o'lgan tuproq zichligini aks ettiradi. PK va PA uchun qiymatlar mos ravishda 2,56 g/sm<sup>3</sup> va 2,48 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi, bu ikkala namuna uchun ham tuproqning qattiq zichligi yuqori ekanligini ko'rsatadi.

PK uchun  $\Lambda_1$  va  $\Lambda_2$  qiymatlari mos ravishda 33,2 va 27,7%, PA uchun esa 37,1 va 37,9% ni tashkil qiladi. Bu shuni ko'rsatadiki, PA tuproq PK tuproq bilan solishtirganda yuqori porozlik va yaxshi aeratsiyaga ega.

PK uchun umumiy g'ovak hajmi qiymati 0,022 sm<sup>3</sup>/g, PA uchun esa bor-yo'g'i 0,008 sm<sup>3</sup>/g ni tashkil qiladi, bu esa PK tuprog'i PA tuproqqa qaraganda sezilarli darajada ko'proq teshikka ega ekanligini ko'rsatadi, bu uning suv va havoni ushlab turish qobiliyatiga ta'sir qilishi mumkin.

Dissertatsiya ishining **“Sho'rlangan tuproq sistemalarida struktura hosil bo'lishini tartibga soluvchi polielektrolitlar va ularning kompozitsiyalari sintezi”** deb nomlangan uchinchi bobida akrilamid va itakon kislotasi asosida struktura hosil qiluvchilarni yaratish bo'yicha eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Tadqiqotda akrilamid sopolimerini sintez qilish uchun akrilamid (99,0%, Servicebio) va itakon kislota (99,0%, Sigma Aldrich) ishlatilgan. Barcha tajribalar quyidagi reaktivlar yordamida amalga oshirildi: bidistillangan suv, aseton, kaliy persulfat (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), natriy sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), kaliy xlorid (KCl), kaliy gidroksid (KOH) va xlorid kislota (HCl). Olingan poliakrilamidlarning molekulyar og'irliklari refraktometr detektor va TSK GM PWXL ustuni bilan jihozlangan Agilent 1260 Infinity suyuq xromatografida gel xromatografiyasi orqali aniqlandi.

Berilgan tarkib va tuzilishga ega bo'lgan akrilamid (AA) va itakon kislota (IK) sopolimerini sintez qilish uchun monomerlarning tabiiy pH qiymatida ham, zaif va kuchli ishqoriy muhitda ham ularning suvli eritmalarida radikal polimerizatsiya amalga oshirildi. Sopolimerizatsiya jarayoni 20 dan 60°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida monomerlarning og'irligi bo'yicha 0,01-0,2% oralig'ida persulfat va sulfatning molyar nisbati 1:1 inisiator konsentrsiyalari yordamida amalga oshirildi. Dastlabki monomerlarning molyar nisbati, ya'ni IK dan AA ga 1:5 dan 1:10 gacha, eritmalarining pH qiymati esa 1,78 dan 2,21 gacha o'zgargan.

Sintez jarayoni quyidagicha amalga oshirildi: azot kiritish tizimi, termometr, aralastirgich va qayta oqim kondensatori bilan jihozlangan 300 ml hajmli dumaloq tubli kolbaga AA, IK va inisiatorlar bilan 100 sm<sup>3</sup> eritma qo'shildi. Reaksiya aralashmasi kislorodni siqib chiqarish uchun azot bilan tozalandi. Idish ichidagi bosimni tartibga solish uchun azotni aniq dozlash va uni olib tashlash ishlatilgan. Bu aralashma doimiy aralastirish bilan 20 dan 60°C gacha bo'lgan haroratda 1

soatdan 6 soatgacha termostatli muhitda inkubatsiya qilindi. Eritmaning dastlabki pH qiymati 2,4 edi. Reaksiya natijasida pH 2,1-2,2 oralig'ida bo'lgan qovushqoq, bir xil, shaffof massa hosil bo'ldi.

Sintezlangan sopolimer to'liq cho'kmaguncha xona haroratida asetonni asta-sekin qo'shib, reaksiya aralashmasidan ajratildi. Cho'kma suyuq fazadan ajratilgan, aseton bilan yuvilgan va doimiy vaznga erishilgunga qadar vakuum ostida quritilgan, shundan so'ng polimerning unumi va tarkibi aniqlanadi. Qoldiq monomer tarkibi bromid-bromat usuli yordamida o'lchandi.

Yuqori molekulyar og'irlikdagi polimer zanjirlarining optimal miqdoriga erishish uchun akrilamidning umumiy  $K_2S_2O_8$  va  $Na_2SO_3$  ga nisbatini 0,05% da saqlash kerak, bu taxminan 0,1% ga teng. 0,05% initsiator konsentratsiyasi yuqori molekulyar og'irlikdagi sopolimerlarning shakllanishiga yordam beradi, ammo bu akrilamid polimerizatsiyasi uchun 3 soatga nisbatan jarayon vaqtini 4,5 soatdan ko'proqqa oshirishni talab qiladi. Initsiator konsentratsiyasini 0,15% gacha oshirish polimerlanishni tezlashtiradi, jarayonning faol fazasini uzaytiradi va vaqtni 2,5-3 soatgacha qisqartiradi, shu bilan birga sopolimerlanish samaradorligini 84,5% dan 95,9% gacha oshiradi.

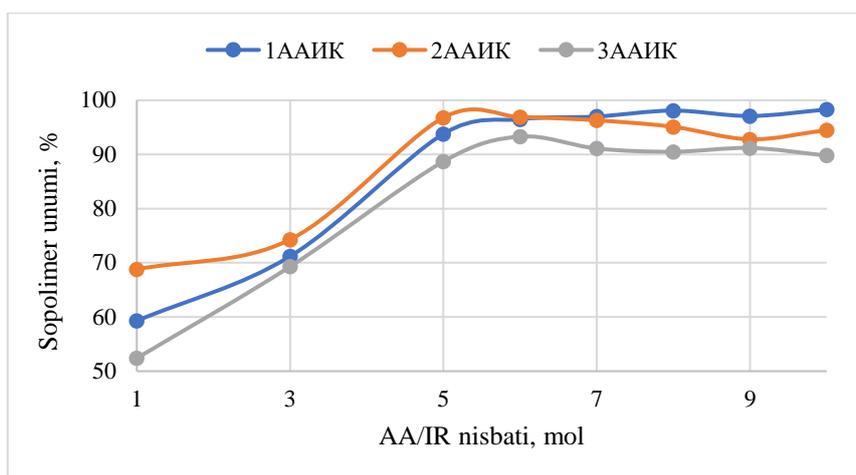
Sopolimerizatsiya jarayoni 0,1% inisiatoridan foydalangan holda pH 2,11 bo'lgan zich, bir xil, shaffof mahsulot hosil qiladi, bu 1:5 nisbatda itakon kislotasi va akrilamid monomerlari bilan erishiladi. Akrilamidning ulushini itakon kislotaning moliga 10 molga oshirish pH ni 0,07 ga biroz oshiradi. Bunday sharoitda sopolimerlar sof poliakrilamididan farqli ravishda suvda yaxshi eruvchanligini namoyish etadi.

Muhitning pH qiymatining jarayonning xususiyatlariga va hosil bo'lgan sopolimerlarning xususiyatlariga ta'sirini o'rganish uchun shunga o'xshash sharoitlarda, lekin oldindan bir oz ishqoriy muhitni 10% natriy gidroksid eritmasi qo'shilishi bilan AA bilan IK ning sopolimerizatsiyasi (2AAIK) (pH=8) yaratish bo'yicha keyingi tajribalar o'tkazildi.

Tadqiqotlar shuni tasdiqladiki, muhitning pH ta'siri akrilamidning polimerizatsiyasi bilan solishtirganda sopolimerizatsiya reaksiyasining hosildorligiga kuchli ta'sir qiladi. Misol uchun, pH =8,1 da sintezlangan polimer AA pH = 2,4 da reaksiyaga nisbatan deyarli bir xil molekulyar og'irlikka ega edi, lekin uning asetonida erimaydigan polimer mahsulotlari ko'rinishidagi unumi 94,5% ni, kislotali muhitda esa bu hosil 85,8% tashkil etdi.

Sintez jarayonlari yuqori pH 11 muhitida amalga oshirildi. Karboksil guruhlarini neytrallashtirish va amid funktsiyalarining qisman gidrolizlanishiga erishish uchun ma'lum miqdorda NaOH ishlatilgan. Sopolimerlanish jarayonida bir xil, shaffof va zich polimer massasining hosil bo'lishi kuzatildi.

Aralashmada IK konsentratsiyasini oshirish 1-rasmda ko'rsatilganidek, sopolimerni olish samaradorligini kamaytirishi aniqlandi.



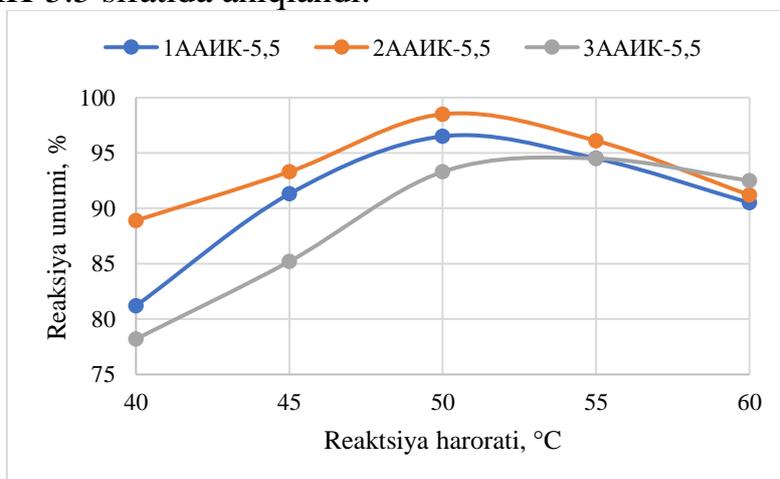
**Rasm. 1. Turli IK:AA qiymatlarida sopolimer unumining bog'liqligi.**

1-rasm asosida ko'rinib turibdiki, har uchala sopolimer (1AAIK, 2AAIK, 3AAIK) uchun AA/IK nisbati oshishi bilan sopolimer hosildorligi oshishi tendentsiyasi mavjud. Bu akrilamidning itakon kislotaga nisbatan ulushini oshirish olingan sopolimer miqdoriga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

1AAIK sopolimeri AA/IK nisbatining barcha o'lchovlari uchun eng yuqori unumni ko'rsatadi,  $X=5$  va undan yuqori,  $X=5,5-6$  da cho'qqiga yetadi. Bu ma'lum turdagi sopolimer uchun eng maqbul formulani ko'rsatishi mumkin.

2AAIK sopolimeri odatda pastroq  $X$  qiymatlarida (1 dan 3 gacha) yuqori unumni namoyish etadi, ammo AA/IK nisbati oshishi bilan uning rentabelligi  $X=5-5,5$  da maksimal darajaga etganidan keyin pasayishni boshlaydi. Bu 2AAIK sopolimeri uchun optimal AA/IK nisbati shu diapazonda ekanligini ko'rsatishi mumkin. Sopolimer unumi va qovushqoqligi bo'yicha eng yaxshi natijalarga IK monomerlarining akrilamidga nisbati 1:5,5 dan 1:6,0 gacha bo'lganida erishildi, sopolimerning unumi taxminan 96,81% ni tashkil etdi. Bu sopolimer 1AA:IK-5,5 deb belgilangan. Olingan mahsulotdagi asosiy komponent umumiy massaning kamida 99,1% ni tashkil etdi va polimer ochiq sariq yoki deyarli oq rangga ega edi.

Sopolimer 3AAIK barcha sopolimerlar orasida eng past unumni ko'rsatadi. Bunday sharoitda asl monomerlarning molyar nisbati 1:5÷6 bo'lgan sopolimerlar unumining ortishiga erishildi va sopolimerning unumi 95,87% ga etdi. Ushbu namuna 3AA: IK-5.5 sifatida aniqlandi.



**Rasm. 2. Reaksiya unumining tizim haroratiga bog'liqligi.**

2-rasmdan ko‘rinib turibdiki har uch sopolimer uchun reaksiya harorati 40°C dan taxminan 50-55°C gacha oshishi bilan hosildorlikning oshishi kuzatiladi. Bu haroratning oshishi monomerlarning yanada samarali polimerlanishiga yordam berishini ko‘rsatishi mumkin.

1AAIK-5,5 va 2AAIK-5,5 sopolimerlari uchun ma'lum bir haroratga (taxminan 50-55°C) erishgandan so‘ng, haroratning yanada oshishi bilan reaksiya unumi kamayishni boshlaydi, bu esa sopolimerning termal parchalanishining boshlanishini yoki teskari reaksiyalar tezligi ko‘payishini ko‘rsatishi mumkin, bu polimer unumini kamaytiradi. 3AAIK-5,5 sopolimeri uchun cho‘qqiga yetgandan so‘ng hosildorlikning sekin asta pasayishi kuzatiladi, bu boshqa ikkita sopolimerga nisbatan bu sopolimerning tuzilishiga haroratning boshqacha ta‘sirini ko‘rsatishi mumkin.

2AAIK-5,5 sopolimerining maksimal rentabelligi taxminan 50°C haroratda kuzatiladi va 98% dan biroz yuqori, 1AAIK-5,5 uchun esa maksimal unum 50°C haroratda ham sodir bo‘ladi va atigi 96,5% ni tashkil qiladi. 3AAIK-5,5 sopolimeri uchun maksimal unum biroz pastroq va taxminan 55°C haroratda kuzatiladi.

Umuman olganda, 2AAIK-5,5 sopolimeri boshqa ikkita sopolimerga nisbatan keng harorat oralig‘ida yaxshi unumni ko‘rsatadi, bu uning yanada barqaror tuzilishini yoki ma'lum monomer birikmasi uchun optimal polimerizatsiya shartlarini ko‘rsatishi mumkin.

#### 6-jadval.

#### AA va IK sopolimer tizimining tarkibiy qismlarining molekulyar og‘irligi (AA/IK = 5,5)

Sopolimer	Reaksiya mahsulotlarining molekulyar og‘irligi, kDa	Tizimdagi tarkib, massa bo‘yicha%.
1AA:IK-5,5	2700-2800	85
	166	13
	12-15	~2
2AA:IK-5,5	2900-3000	92
	60	6
	~1	≤2
3AA:IK-5,5	2500-2600	89
	3-5	11

\*-jarayon davomiyligi 4 soat, monomerlarning dastlabki konsentratsiyasi 10%, inisiator miqdori 0,1%.

1AA:IK-5,5 namunasi 2700-2800 kDa oralig‘ida sopolimerlarning molekulyar og‘irligini ko‘rsatadi. 2AA:IK-5,5 namunasi uchun molekulyar og‘irligi 2900 va 3000 kDa oralig‘ida. Namuna 3AA:IK-5,5 da 2500-2600 kDa oralig‘ida eng past molekulyar og‘irlikni ko‘rsatadi. Shu bilan birga, 3AA:IK-5,5 tizimi 1AA:IK-5,5 tizimiga nisbatan polimerlarning yuqori foizi bilan ajralib turadi, bu erda sopolimerlarning ulushi 85% ni tashkil qiladi. Sopolimerlarning maksimal miqdori 2AA:IK-5,5 tizimida aniqlangan, umumiy og‘irlikning 92% ga etgan, qolgan qismi past molekulyar og‘irlikdagi oligomerlarga tegishli. Jadvaldagi ma'lumotlardan ko‘rinib turibdiki, turli xil sopolimerlar tizimdagi molekulyar og‘irlik va foiz tarkibidagi xilma-xillik bilan tavsiflanadi. Misol uchun, 2AA:IK-5,5 eng katta

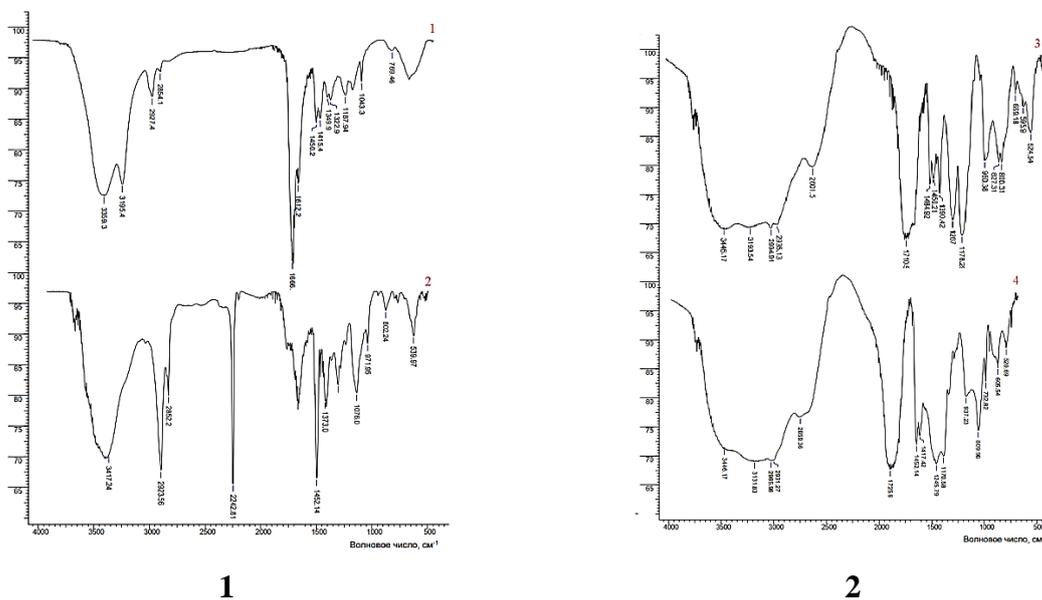
molekulyar og'irlik va eng yuqori foizga ega, 3AA:IK-5,5 esa eng past molekulyar og'irlikka ega, ammo polimerlarning nisbati 1AA:IK-5,5 bilan taqqoslanadi.

Polimerlarning ishqoriy gidrolizi ularning sintezi ilgari amalga oshirilgan bir xil qurilmada amalga oshirildi. Tadqiqot 50 dan 98°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida o'tkazildi. Kerakli haroratga erishgandan so'ng, reaksiya aralashmasiga stexiometrik miqdorda kaliy gidroksidi (KOH) ning aniq hisoblangan miqdori qo'shildi va bu moment gidrolizning boshlanishi sifatida belgilandi. Reaksiya vaqti 1,5 dan 3 soatgacha o'zgardi.

Reagentlar akrilamidning kaliy gidroksidiga mol nisbati bo'yicha birlashtirilib, 1,0:0,5 dan 1,0:1,5 gacha o'zgarib turadi. Tajribalar davomida 30 dan 180 minutgacha bo'lgan reaksiya vaqti va 50 dan 98°C gacha bo'lgan harorat sharoitlarining gidroliz jarayoniga ta'siri o'tkazildi.

Vaqt o'tishi bilan gidroliz darajasi ortib boradi, bu polimer zanjirida gidrolizlangan amid guruhlari ulushining ortishidan dalolat beradi. Birinchi sopolimer (1AA:IK-5,5) uchun gidrolizning maksimal darajasi 2 soatlik gidroliz vaqtida sodir bo'ladi, shundan so'ng 3 soatlik gidrolizda tezlik biroz pasayadi.

Xuddi shunday tendentsiya ikkinchi sopolimer (2AA:IK-5,5) uchun ham kuzatiladi, bunda gidrolizlanish darajasi ham gidrolizning 2 soatida maksimal darajaga etadi, lekin keyin 3 soatda pasayadi. Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu sopolimer uchun gidroliz darajasi barcha vaqt nuqtalarida birinchisiga qaraganda yuqori bo'lib ko'rinadi, bu yuqori reaktivlik yoki boshqa tarkibni ko'rsatishi mumkin.



**Rasm. 3. 1AA:IK-5,5 (1), 2AA:IK-5,5 (2) namunalari va ularning gidrolizlangan shakllarining IQ spektrlari (3 va 4).**

Gidroliz darajasi haroratning 50°C dan taxminan 90°C gacha ko'tarilishi bilan ortadi, shundan so'ng egri chiziqning tekislanishi kuzatiladi. Bu jarayonning ma'lum to'yinganligini ko'rsatishi mumkin, bunda haroratning yanada oshishi gidrolizning sezilarli darajada oshishiga olib kelmaydi.

Polimer 1AA:IK-5,5 butun harorat oralig'ida 2AA:IK-5,5 ga nisbatan yuqori darajadagi gidrolizga erishadi. Bu gidroliz sharoitlarida 1AA:IK-5,5 ning yuqori

reaktivligini yoki gidrolitik joylarga kirishga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan polimerlarning kimyoviy tuzilishidagi farqlarni ko'rsatishi mumkin.

Avatar 360 FT-IR Nicolet iS50 Thermo Fisher Scientific spektrometrida 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  chastota diapazonida Furye transformatsiyasi bilan qayd etilgan 1AA:IK-5,5 va 2AA:IK-5,5 namunalari va ularning gidrolizlangan shakllarining IQ spektrlari 3-rasmda ko'rsatilgan.

IQ spektrlaridan ko'rinib turibdiki, 1 va 2 namunalarda 1700  $\text{cm}^{-1}$  mintaqasida, karboksil guruhlarining C=O bog'lanishiga to'g'ri keladi va N-H burmalari va amid guruhlarining C-N bog'lari bilan bog'liq bo'lgan 1600  $\text{cm}^{-1}$  mintaqasida xarakterli chiziqlarga ega. Ushbu IQ spektr chiziqlari polimer tuzilishida ham akrilamid mavjudligini tasdiqlaydi.

Gidrolizlangan shakllar (3 va 4) bu chiziqlardagi o'zgarishlarni ko'rsatadi. C=O karbonil guruhi va NH amid guruhi mintaqasidagi chiziqlar siljishlar yoki intensivlikning o'zgarishini ko'rsatishi mumkin, bu esa gidroliz jarayonini ko'rsatadi. Misol uchun, agar C=O bog'ning intensivligi pasaysa yoki yo'qolsa, bu amid bog'larining ajralishini ko'rsatishi mumkin.

O-H bog'lari bilan bog'liq bo'lgan 3000-3500  $\text{cm}^{-1}$  mintaqasidagi o'zgarishlar ham kuzatilishi mumkin, bu gidrolizdan keyin gidroksil guruhlari sonining ko'payishini ko'rsatishi mumkin. Shuningdek, 1000-1300  $\text{cm}^{-1}$  hududidagi har qanday yangi cho'qqilar yoki o'zgarishlarga e'tibor qilsak, bu karboksilat yoki efir kabi yangi funktsional guruhlarining shakllanishiga bog'liq bo'lishi mumkin. Gidrolizlangan shakllar spektrlarida 1650  $\text{cm}^{-1}$  mintaqadagi chiziqlarni aniqlash, gidrolizdan keyin ham ushbu namunalarda o'zgarmagan holda birlamchi amid guruhining (CONH<sub>2</sub>) qisman saqlanib qolganligini ko'rsatadi.

**7-jadval.**

**Sopolimerlar va uning gidrolizlangan shakllarining molekulyar massa qiymatlari**

Dastlabki sopolimer		Gidrolizlangan shakli (70 ° C, 2 soat)	
1AA:IK-5,5	2AA:IK-5,5	1AA:IK-5,5	2AA:IK-5,5
11,34*10 <sup>5</sup>	15,4*10 <sup>5</sup>	18,1*10 <sup>5</sup>	20,2*10 <sup>5</sup>

Ushbu ma'lumotlardan shunday xulosa qilish mumkinki, gidroliz ikkala holatda ham sopolimerlarning molekulyar og'irligini oshiradi. Buning sababi gidrolizning uzunroq polimer zanjirlari hosil bo'lishiga va karboksilat guruhlarining sterik ta'siri tufayli ochilishiga olib kelishi mumkin.

Gidrolizdan so'ng molekulyar og'irlikning ortishi 1AA:IK-5,5 sopolimeri uchun dastlabki holatga nisbatan sezilarli darajada katta (deyarli 1,6 marta), 2AA:IK-5,5 uchun esa o'sish taxminan 1,3 marta katta.

2AA:IK-5,5 sopolimeri dastlabki holatda va gidrolizdan keyin 1AA:IK-5,5 dan yuqori molekulyar og'irlikka ega bo'lib, bu 2AA:IK-5,5 tarkibidagi o'zaro bog'lanishning yuqori darajasini yoki uzunroq polimer zanjirlarini ko'rsatishi mumkin.

Dissertatsiyaning "**Qoraqalpog'iston tuproq tizimida akrilamid va itakon kislotasi sopolimerlarining struktura hosil qilish qobiliyati. Laboratoriya va dala tajribasi**" deb nomlangan to'rtinchi bobda turli xil polielektrolitlar bilan ishlov berilganda tuproqlarning strukturaviy va agregat tarkibidagi o'zgarishlarga

bag'ishlangan tadqiqotni taqdim etadi. Keyingi tadqiqotlar uchun ob'ektlar sifatida 1AA:IK-5,5, 2AA:IK-5,5 namunalari tanlangan; va ularning gidrolizlangan shakllari, shartli ravishda 1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K deb nomlanadi. Taqqoslash uchun suvda eruvchan polimerlari PAA.G.S. Flokulyant (Ts00203849 - 29:2014, "Navoiyazot") va uning 70°C haroratda KOH eritmasi bilan gidrolizlangan shakli tanlangan.

Polimer eritmalarini (0,4-1,0%) tuproqqa kiritish purkash bilan amalga oshirildi. Eritma sarfi 100 dan 500 kg/ga gacha.

#### 8-jadval.

#### Ishlov berish paytida PA tuproqning sirt qatlamining strukturaviy tarkibining o'zgarishi (quruq elakdan o'tkazish) \*

Namuna	C, %	Fraksiya hajmi (mm), %			K <sub>C</sub> **
		≥10	0,25<10	≤0,25	
Suv	-	21.8	28.5	49.7	0,40
P.A.A.	0.3	23.3	44.4	32.3	0,80
G.S.	0,6	16.5	30.2	53.3	0,43
P.A.A.	0.3	11.2	48.9	39.9	0,96
GS <sup>1</sup>	0,6	12.9	56.5	30.6	1.30
1AA:IK-5,5	0.3	15.5	59	25.5	1.44
	0,6	13.2	47	39.8	0,89
2AA:IK-5,5	0.3	19.8	46.6	33.6	0,87
	0,6	17.5	49.3	33.2	0,97
1AA:IK-5,5K	0.3	19.9	59.3	20.8	1.46
	0,6	14.1	63.7	22.2	1.75
2AA: IK-5,5K	0.3	15.5	63.4	21.1	1.73
	0,6	7.8	72.6	19.6	2.65

\* - eritma sarfi 200 kg/ga; \*\* - tuzilish koeffitsienti. PAAGS<sup>1</sup> - gidrolizlangan PAAGS.

Barcha ishlov berilgan tuproqlar nazorat sifatida suv bilan solishtirganda zarralar hajmi taqsimotining o'zgarishini ko'rsatdi, bunda mezoagregatlar soni sezilarli darajada oshgan (0,25<10 mm). Gidrolizlangan poliakrilamidlar va sopolimerlar bilan yuqori konsentratsiyalarda (0,6%) ishlov berilgan namunalarda, ayniqsa 0,25<10 mm diapazonda fraksiyalarning yuqori foizini ko'rsatadi, bu esa tuproq tuzilishining yaxshilanganligini ko'rsatadi.

Nazorat sifatida suv eng past K<sub>C</sub> ni ko'rsatdi (0,40), bu tuproqning yomon agregativ holatini aks ettiradi. Poliakrilamidlar va ularning gidrolizlangan shakllari bilan ishlov berish tuproqning strukturaviy holatini yaxshilagan, buni K<sub>C</sub> ning ko'payishidan ko'rish mumkin, ayniqsa AA:IK-5,5 sopolimerlari va ularning kaliy shakllari (1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K), bu erda struktura koeffitsienti 0,6% konsentratsiyada mos ravishda 1,46 va 2,65 qiymatlariga etadi.

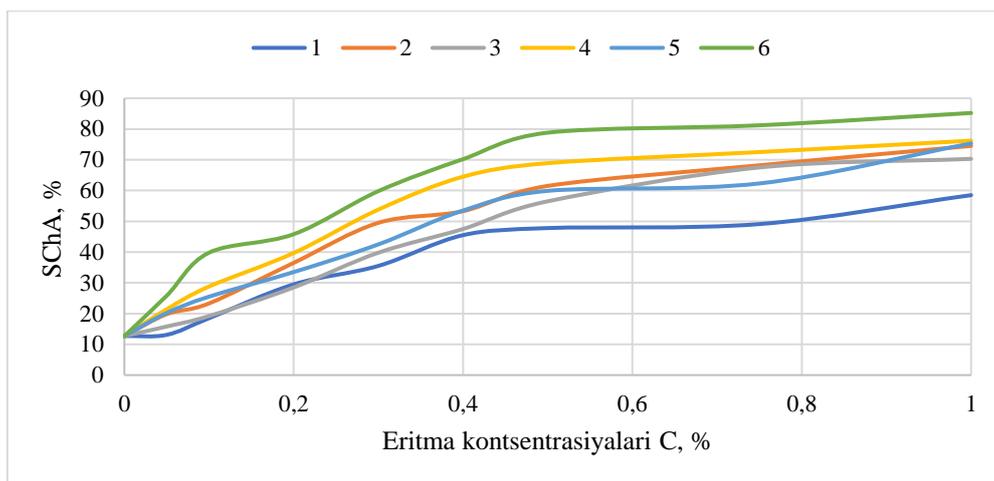
Polimer eritmalarini konsentratsiyasining ortishi ba'zi hollarda tuproqning strukturaviy xususiyatlarining yaxshilanishiga olib keladi (masalan, 2AA:IK-5,5K 0,6% konsentratsiyada K<sub>C</sub> 2,65 ni ko'rsatdi, bu jadvaldagi eng yuqori ko'rsatkichdir). Biroq, ortib borayotgan konsentratsiyalar barcha holatlarda K<sub>C</sub> ni

yaxshilamaydi, bu eng yaxshi natijalarga erishish uchun dozalarni optimallashtirish zarurligini ta'kidlaydi.

Shuningdek, PK tuprog'i uchun ham turli xil polielektrolitlar bilan ishlov berilgandan so'ng mayda fraksiyalar ulushining pasayishiga ( $\leq 0,25$  mm) va mezoagregatlar nisbatining oshishiga ( $0,25 < 10$  mm) olib keladi, bu nazorat sifatidagi suv bilan ishlov berishga solishtirganda tuproq strukturasi yaxshilanganligini ko'rsatadi.

Oldingi holatda bo'lgani kabi, 1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K sopolimerlarini kaliy shakllari bilan ishlov berilganda sezilarli o'zgarishlar kuzatiladi, bu erda mezoagregatlarning ulushi mos ravishda 0,6% konsentratsiyada 69,39% va 70,61% gacha ko'tariladi. Shuningdek, tuzilish koeffitsienti bilan ishlov berilgandan so'ng sezilarli darajada yaxshilandi, ayniqsa yuqori konsentratsiyada (0,6%) kaliy (K) bilan sopolimerlardan foydalanganda sezilarli bo'ladi, bu erda  $K_C$  mos ravishda 1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K uchun 2,27 va 2,40 qiymatlariga etadi.

4-rasmda turli xil polielektrolit eritmaları bilan ishlov berilganda PA tuproq namunasining suvga chidamli agregatlari (SChA) o'zgarishi ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, polielektrolit eritmaları konsentratsiyasi ortishi bilan (C,%) barcha o'rganilgan namunalar uchun tuproqdagi suvga chidamli agregatlar ulushi ortadi.



**Rasm. 4. Eritmalar bilan ishlov berilganda PA tuproq namunasi SChA ning o'zgarishi: 1) PAA GS; 2) PAA GS<sup>1</sup>; 3) 1AA:IK-5,5; 4) 1AA:IK-5,5K; 5) 2AA:IK-5,5; 6) 2AA:IK-5,5K.**

1 va 2 namunalar (PAA GS va PAA GS<sup>1</sup>) konsentratsiyaning oshishi bilan SChA ning nisbatan sekinroq o'sishini ko'rsatadi, 3 va 5 namunalar (1AA:IK-5,5 va 2AA:IK-5,5) esa SChA ning keskin o'sishini ko'rsatadi, bu ularning tuproqning strukturaviy xususiyatlarini yuqori samaradorligi yaxshilashi ko'rsatishi mumkin. 4 va 6 namunalar (1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K), bu erda K polimerning kaliy shaklini bildiradi, barcha konsentratsiyalarda suvga chidamli agregatlarning eng yuqori o'sishini ko'rsatadi, bu esa kaliy mavjudligini ko'rsatishi mumkin, bu tuproq strukturasi shakllanishida polimerning xususiyatlarini yaxshilaydi.

Taxmin qilish mumkinki, polimer zanjirlarida kaliyning mavjudligi (4 va 6 namunalarda) polimer zanjirlari o'rtasida o'zaro bog'lanishlar (o'zaro bog'lanishlar) paydo bo'lishiga va tuproq strukturasi yanada samarali mustahkamlashga yordam beradi, bu esa suvga chidamli agregatlarning shakllanishini yaxshilaydi. Bu taxmin

polimerlarning kaliy shakllari kaliy bo‘lmagan namunalariga qaraganda yaxshiroq natijalar ko‘rsatishi bilan tasdiqlanadi.

Barcha namunalar uchun umumiy tendentsiya o‘xshash: polielektrolit eritmalarining konsentratsiyasi oshishi bilan suvga chidamli agregatlarning ulushi ortadi. Biroq, PA tuprog‘i bilan solishtirganda, PK tuprog‘i uchun chizilgan egri chiziqlar pastroq egrilikka ega, bu esa kamroq reaktivlikni yoki PK tuproqning turli boshlang‘ich sharoitlarini ko‘rsatishi mumkin.

Dala namligi va tuproqning strukturaviy g‘ovakligini aniqlash natijalari 9-jadvalda keltirilgan.

**9-jadval.**

**2AA:IK-5,5K bilan ishlov berilgan tuproq namunalarining strukturaviy va g‘ovak xususiyatlari**

Namuna	$\rho_{\text{havo, } 3} \text{ g/sm}$	$\rho_{\text{suv, } 3} \text{ g/sm}$	$\rho_{\text{ben, } 3} \text{ g/sm}$	$\rho_{\text{sim, } 3} \text{ g/sm}^3$	$A_1, \%$	$A_2, \%$	$C_v, \text{ sm}^3/\text{g}$
PK	1.26	2.41	2.78	0,95	0,477	0,658	0,055
PA	1.11	2.18	2.62	0,86	0,491	0,672	0,077

2AA:IK-5,5K eritmalarini bilan ishlov berilgandan so‘ng PK va PA tuproq namunalarining strukturaviy va g‘ovakli xususiyatlarini o‘rganib chiqqandan so‘ng, dastlabki ishlov berilmagan tuproqlarga nisbatan quyidagi o‘zgarishlarni qayd etish mumkin: havo zichligi (PK uchun 1,71 g/sm<sup>3</sup> va PA uchun 1,56 g/sm<sup>3</sup>) dastlabki qiymatlarga nisbatan har ikkala namuna uchun ham sezilarli darajada kamaydi, bu tuproqning umumiy siqilishining pasayishi va ishlov berishdan keyin uning g‘ovakliligi oshishini ko‘rsatadi. Havo zichligi PK uchun 26,3% ga (1,71 dan 1,26 g/sm<sup>3</sup> gacha) va PA uchun 28,8% ga (1,56 dan 1,11 g/sm<sup>3</sup> gacha) kamaydi.

Qayta ishlangan namunalar uchun g‘ovaklik va g‘ovaklik ulushi sezilarli darajada oshdi, bu g‘ovaklarining tuzilishi yaxshilanganligini va mikro va makroporlar ulushining ortishidan dalolat beradi. PK uchun  $\Lambda_1$  43,7% ga (0,332 dan 0,477% gacha) va  $\Lambda_2$  137,6% ga (0,277 dan 0,658% gacha) oshdi. PA uchun  $\Lambda_1$  32,3% ga (0,371 dan 0,491% gacha) va  $\Lambda_2$  77,3% ga (0,379 dan 0,672% gacha) oshdi. Bu tuproqning aeratsiyasini yaxshilaydi va suvni yaxshiroq ushlab turishga yordam beradi.

Umumiy g‘ovak hajmi  $C_v$  PK uchun 2,5 baravarga (0,022 dan 0,055 sm<sup>3</sup>/g gacha) va PA uchun 9,6 baravarga (0,008 dan 0,077 sm<sup>3</sup>/g gacha) oshdi.

Bu o‘zgarishlar tuproqning suv va ozuqa moddalarini samarali saqlashga, aeratsiyani yaxshilashga va natijada tuproq unumdorligini oshirishga yordam beradigan ishlov berishdan keyin tuproq g‘ovakligi sezilarli darajada yaxshilanganligini ta’kidlaydi.

## XULOSA

1. Tadqiqot Qoraqalpog‘iston tuproqlarining kimyoviy-mineralogik tarkibi va fizik xususiyatlaridagi farqlarni tasdiqladi. PA tuproqlari tarkibiy qismlarning bir xil taqsimlanishiga va yuqori kation almashinish qobiliyatiga ega, bu ularni PK tuproqlariga nisbatan potensial ravishda unumdorroq qiladi. Tuproqlarning

adsorbsion xossalari turlicha bo'lib, bu ularning suvni ushlab turish qobiliyatiga ta'sir qiladi.

2. Akrilamidning itakon kislotasi bilan sopolimerlanishi sintez qilingan polimerlar xossalari ko'pgina omillarga, jumladan, pH, monomer nisbati va polimerlanish sharoitlariga bog'liqligini ko'rsatdi. Aniqlanishicha, yuqori unumga ega va yaxshi qovushqoqlik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan sopolimerlarni olish uchun optimal sharoit pH taxminan 8,1 va itakon kislotasining akrilamidga molyar nisbati 1:5,5 dan 1:6,0 gacha bo'lgan muhitga mos keladi. Bunday holda, sopolimerning unumi taxminan 96,81% ga etadi va mahsulotdagi asosiy moddaning massa ulushi kamida 99,1% ni tashkil qiladi.

3. Yuqori ishqoriy pH 11 bo'lgan muhitda o'tkazilgan tajribalar ham karboksil guruhlarni neytrallash va amid guruhlarning qisman gidrolizlanishi bilan uchun zarur bo'lgan NaOH miqdori bilan olingan zich, shaffof va bir xil polimer massasining shakllanishi qo'llanilgan sintez texnologiyasining ijobiy natijalarni ko'rsatib, sopolimer unumi 95,87%ni tashkil etti.

4. Harorat va reaksiya vaqtining oshishi bilan sopolimerlardagi azot miqdorining ulushi kamayishi kuzatildi, bu amid guruhlarning gidrolizlanishi va karboksil guruhlarning hosil bo'lishini ko'rsatadi. 1AA:IK-5,5 namunasi uchun maksimal gidroliz darajasiga 70°C gidroliz haroratida 2 soat davomida erishildi, bu kislota sonining ortishi bilan tasdiqlanadi.

5. 60°C gidroliz haroratida 70% miqdorida  $18,2 \cdot 10^5$  massali polimer hosil bo'ladi. 70°C da gidroliz kopolimerning molekulyar og'irligini  $22,1 \cdot 10^5$  gacha oshiradi, ammo namuna hali ham taxminan 15% oligomer strukturalarni o'z ichiga oladi. Haroratning 80°C ga ko'tarilishi namunaning molekulyar og'irligining pasayishiga olib keladi va bu tizimda  $2,1 \cdot 10^5$  va 3000 g/mol massali fraksiyalar mos ravishda 69 va taxminan 30% nisbatda topilgan.

6. Poliakrilamidlarning gidrolizlangan shakllari hamda akrilamid va itakon kislotasining sopolimerlarini 0,6% konsentratsiyada qo'llash, PA namunasining struktura koeffitsienti ( $K_C$ ) sezilarli darajada yaxshilanganligini ko'rsatadi, ayniqsa 1AA:IK-5,5K va 2AA:IK-5,5K shakl namunalarida, bu erda  $K_C$  mos ravishda 1,75 va 2,65 ga etadi. PK tuproq namunasi uchun 0,6% konsentratsiyada sopolimerlarning kaliy shakllari bilan ishlov berilganda, mezoagregatlar ulushining 70,61% gacha va  $K_C$  ning 2,40 ga ko'payishi kuzatiladi, bu esa ushbu tuproqning agregativ holati ishlov berish bilan yaxshilanganligi yuqori samaradorlik haqida dalolat beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02.30.12.2019.К/Т35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

---

**КАРАКАЛПАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**АЛЛАМУРАТОВА АНАРГУЛ СУЛТАМУРАТОВНА**

**СИНТЕЗ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ  
АКРИЛАМИДА И ИТАКОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА  
ПОЧВЫ КАРАКАЛПАКСТАНА**

**02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2024**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистана за номером B2024.1.PhD/K643.

Диссертация выполнена в Каракалпакском государственном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyouet» по адресу [www.ziyouet.uz](http://www.ziyouet.uz).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Шарипова Айшагул Ибраимовна</b> кандидат химических наук, доцент
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Махкамов Равшан Рахимович</b> доктор химических наук <b>Бухоров Шухрат Буриевич</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Наманганский инженерно-технологический институт</b>

Защита состоится «5» декабря 2024 г. в «14<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за №20, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «20» ноября 2024 года.  
(Реестр за № 20 от «20» ноября 2024 года).



**Закиров Б.С.**

Председатель научного совета по присуждению  
ученой степени, д.х.н., проф.

**Салиханова Д.С.**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., проф.

**Эшметов И.Д.**

Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора (PhD) философии)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Во всем мире проявляется значительная экологическая проблема, заключающаяся в ухудшении состояния окружающей среды, особенно отражающееся на снижении качества почв. Разрабатываются новые реагенты для обработки почв, которые имеют важное значение для сельского хозяйства и экологии, поскольку улучшенная структура почвы способствует более эффективному использованию водных ресурсов, увеличению урожайности и улучшению качества растительной продукции. В связи с этим, выбор эффективных структурантов, а также оптимизация их состава и концентрации для адаптации к различным типам почв и климатическим условиям, является ключевой задачей для достижения желаемых результатов в агроиндустрии и устойчивом землепользовании.

В мире ведутся научные исследования по созданию новых материалов с высокими структурообразующими характеристиками. Следовательно, особое внимание уделяется получению и исследованию новых структурообразующих смесей на основе природного сырья, синтетических полимеров и промышленных отходов, установлению их эффективности в процессе улучшения структуры почвы и природы взаимодействия с различными типами почв, изучению состава и характеристик получаемых структурообразователей, разработке и апробации технологии их производства, выбору эффективных составов для улучшения структуры и водоудерживающей способности почв, а также предотвращению возможного негативного воздействия на почву и окружающую среду.

В Республике достигнуты научные и практические результаты по получению новых материалов, в том числе структурообразователей на основе местного сырья и промышленных отходов. В третьем направлении стратегии развития Нового Узбекистана, направленной на дальнейшее развитие Республики Узбекистан на 2022-2026 годы определены задачи в направлениях «Обеспечение устойчивости национальной экономики и увеличение промышленности в общей внутренней продукции, увеличение объема производства промышленности продукции в 1,4 раза...»<sup>1</sup>. В этом аспекте имеет большое значение научные исследования по созданию высокоэффективных структурообразующих полиэлектролитов, отвечающих современным требованиям химической и сельской промышленности, установлению связи между функциональными особенностями и условиями получения, а также их составом.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, »№ УП-4947 от 7 февраля 2017 года

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» от 28 января 2022 года.

«Стратегия действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В мире целенаправленные исследования в области создания реагентов и материалов, в т.ч. водорастворимых полимеров для улучшения структуры почв активно проводятся научными школами А.Р.Цыганова, M.Bahadori, C.Chen, S.Lewis, M.B.Сорокиной, Fernández-Caliani J., Giráldez M., Ю.Г.Максимовой, М.С.Кузнецова и др.

В Узбекистане под руководством К.С.Ахмедова была создана школа, направленная на исследования создания структурантов почв и других химических реагентов для улучшения характеристик почв и их дисперсии, представители которой: Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Г.Р.Нарметова, И.К.Сатаев, С.А.Абдурахимов, И.Д.Эшметов, Ш.А.Кулдашева, А.Б.Абдикамалова и др. внесли весомый вклад в ее развитие.

Следует подчеркнуть, что до настоящего момента отсутствуют исследования, посвященные разработке технологий создания и использования новых типов эффективных структурантов для агрономических нужд, учитывающих их состав и специфические свойства. Существующие методы получения структурантов часто обходятся дорого и не всегда обеспечивают ожидаемый эффект улучшения структурных свойств почвы.

**Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Каракалпакского государственного университета по проекту А-ОТ-2021-357 «Разработка технологии получения сорбентов на основе местного сырья (уголь, бентонит) для очистки природных и сточных вод территории Каракалпакстана».

**Целью исследования** является синтез структурообразующих сополимеров на основе акриламида и итаконовой кислоты, а также установление их влияния на почвы Каракалпакстана.

**Задачи исследования:**

исследование химико-минералогического состава, катионообменной емкости почв Амударьинской и Караузьякской районов, и их влияния на удержания влажности почвами;

исследование процессов синтеза сополимера акриламида с итаконовой кислотой и установление влияния рН среды, соотношения мономеров и продолжительности синтеза на вязкостные характеристики их растворов и молекулярную массу;

исследование процессов гидролиза и установление состава, характеристик и оценка молекулярной массы гидролизованных сополимеров;

анализ изменения структурно-агрегатного состава почв при обработке различными полиэлектролитами;

исследование изменения водопрочных агрегатов и удержании воды почвы под воздействием растворов полиэлектролитов;

**Объектами исследования** являются акриламид, итаконовая кислота, сополимеры акриламида (АА) и итаконовой кислоты (ИК), структуранты на их основе, почвы Амударьинской (ПА) и Караузякской (ПК) районов.

**Предметом исследования** являются методы синтеза сополимеров акриламида и итаконовой кислоты, реакции гидролиза сополимеров, методы установления их вязкостных и других коллоидно-химических характеристик.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы широко использовались современные и традиционные методы определения физико-химических (рентгенофлуоресцентный, спектрофотометрические, микроскопические анализы) и коллоидно-химических (вискозиметрические, титриметрические, адсорбция) характеристик дисперсных систем.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обосновано, что при сополимеризации АА и ИК в мольном соотношении 5:1 с использованием инициатора в количестве 0,1% образуется плотный, гомогенный, прозрачный продукт (1АА:ИК-5,5) с рН=2,11, а увеличение пропорции АА до 10 моль на моль ИК лишь незначительно повышает рН на 0,07, что способствует получению сополимеров хорошо растворимых в воде с выходом более 85,8%;

выявлено, что оптимальные условия для получения сополимеров с высоким выходом и хорошими вязкостными характеристиками соответствуют среде с рН около 8,1 и мольном соотношении итаконовой кислоты к акриламиду в диапазоне 1:5,5 до 1:6,0, что способствует достижению выхода сополимера 96,81% и массовой доли основного вещества 99,1%;

установлено, что исходные сополимеры 1АА:ИК-5,5 и 2АА:ИК-5,5 имеют молекулярную массу  $11,34 \cdot 10^5$  и  $5,4 \cdot 10^5$ , соответственно, а при гидролизе при 70°C на протяжении 2 часов молекулярная масса достигает  $18,1 \cdot 10^5$  и  $20,2 \cdot 10^5$ , что способствует снижению подвижности ионов и повышению степени диссоциации от 8 и 13% до 44 и 56%, соответственно;

установлено, что эффективность полиэлектролитов в качестве структурантов почв зависит не только от природы и расхода структуранта, но и структуры самой почвы и коэффициент структурности почв ПА и ПК при обработке 0,6% раствором 2АА:ИК-5,5К повышается от 0,40 и 0,14 до 2,40 и 2,65, соответственно;

доказано, что калийные формы сополимеров повышает водопрочные агрегаты почв до 84,5%, что может быть связано с ионными механизмами взаимодействия между полимерными цепями и почвенными частицами, где калиевые ионы могут способствовать дополнительному кросс-связыванию, улучшая структуру и устойчивость агрегатов.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:  
разработаны методические основы синтеза полиэлектролитов – структуриантов для улучшения физико-химических показателей почв на основе акриламида и итаконовой кислоты;

разработана технология получения структуриантов почв и других дисперсных систем на основе акриламида и итаконовой кислоты.

**Достоверность результатов исследования.** Научные исследования проводились с использованием современных физико-химических и коллоидно-химических, опытные испытания проводились в лабораторных и производственных условиях и подтверждены актами испытаний.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой методологии синтеза полиэлектролитов и создания на их основе эффективных структуриантов для почв, установлением зависимости между способами синтеза сополимеров и их гидролиза составом и функциональными характеристиками полученных водорастворимых полиэлектролитов, которые послужат базой для целенаправленного проведения процесса создания структуриантов различных почв.

Практическая значимость результатов исследований служит для разработки технологии получения структуриантов бесструктурных почв, которые обладают высокими структурообразующими характеристиками при стабилизации дисперсных системы, и в учебном процессе подготовки магистров и бакалавров в образовательных учреждениях в сфере химии и химической технологии.

**Внедрение результатов исследования.** На основании научных результатов по получению структуриантов для различных почв:

структурианты почв на основе акриламида и итаконовой кислоты, включены «в перечень перспективных разработок для реализации в 2026-2030 годах» на практике Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан № 03/03-1104 от 18 марта 2024 г.). В результате обработки почв данными структуриантами повысились количества водопрочных агрегатов от 12 до 86%;

водоудерживающие композиции – структурианты почв на основе калиевых форм сополимеров акриламида и итаконовой кислоты включены «в перечень перспективных разработок для реализации в 2026-2030 годах» на практике Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан №

03/03-1104 от 18 марта 2024 г.). В результате водопоглощающая способность обработанных структурантами почв повысилась до 720 мг/г.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты данного исследования обсуждались на 3 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликование результатов исследования.** По теме и материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 1 учебник, 6 научных статей, 2 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 116 страниц.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновываются актуальность работы и востребованность проведенного исследования, характеризуются цель и задачи, излагается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов исследования, опытно-промышленные испытания, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Структурные и функциональные аспекты полиминеральных дисперсных систем почвы и песка: методы и подходы к структурообразованию»**, проанализировано современное состояние и пути решения проблемы структурообразования в системе почв путем химической мелиорации, проанализированы полимерные структурообразователи и их композиции для почвы и подвижных песков, обобщается и анализируется информация, доступной в литературе, о возможности использования отходов производства в качестве структурообразователя для песка и почвы.

Обзор литературы позволяет рассмотреть возможность получения высокоэффективных структурообразователей на основе сополимеров акриламида. Анализ литературы позволяет сформулировать цель и задачи, поставленные в данной работе.

Во второй главе диссертации **«Исследование физико-химических характеристик почв каракалпакстана»** приводятся результаты исследования исходных материалов, освещаются методы исследования их структуры.

В рамках всестороннего анализа свойств почв Южного Приаралья, учитывая степень засоления и продолжительность ирригации, были выбраны несколько почвенных участков в Амударьинском (ПА) и Караузьякской (ПК) районах для изучения. Образцы для определения активности собирались с

глубин 0-30, 30-50 и 50-70 см в стерильные контейнеры, при этом выборка проводилась в разное время года.

Средние показатели характеристик почв ПА и ПК приводятся в табл. 1 и 2.

Таблица 1.

**Характеристики почвы ПА**

Г	С <sub>ГК</sub> , %	С <sub>Х</sub> , %	С <sub>С</sub> , %	С <sub>МЕ</sub> , %	С <sub>ГУ</sub> , %	С <sub>АЗ</sub> , %	С <sub>ФО</sub> , %	ω, %	рН*
0-10	0,058	0,031	0,061	0,019	1,01	0,16	0,09	8,9	5,1
10-20	0,061	0,023	0,043	0,020	1,22	0,14	0,13	12,3	5,0
20-50	0,063	0,023	0,056	0,031	0,65	0,20	0,13	14,5	4,9

Г – глубина, см; С<sub>ГК</sub> – общее содержание карбонатов, С<sub>Х</sub> – общее содержание хлоридов; С<sub>С</sub> – общее содержание сульфатов; С<sub>МЕ</sub> – общее содержание ионов Me<sup>2+</sup>; С<sub>ГУ</sub> – общее содержание гумуса; ω – влажность; \* - рН 10% суспензии.

Таблица 2.

**Характеристики почвы ПК**

Г	С <sub>ГК</sub> , %	С <sub>Х</sub> , %	С <sub>С</sub> , %	С <sub>МЕ</sub> , %	С <sub>ГУ</sub> , %	С <sub>АЗ</sub> , %	С <sub>ФО</sub> , %	ω, %	рН*
0-10	0,061	0,038	0,065	0,021	1,00	0,09	0,06	7,3	5,0
10-20	0,065	0,029	0,049	0,024	1,05	0,11	0,09	9,5	4,9
20-50	0,066	0,027	0,055	0,035	0,62	0,13	0,09	15,8	4,8

Почвы ПК области имеют несколько выше содержание хлоридов и сульфатов по сравнению с ПА, что может говорить о более высокой степени засоленности.

Общее содержание ионов Me<sup>2+</sup> (С<sub>МЕ</sub>) увеличивается с глубиной, особенно заметно это в ПК области, что может свидетельствовать о наличии в почве определенных металлов, способствующих ее тяжести и возможно влияющих на микроэлементный состав.

Наиболее высокое содержание гумуса наблюдается в верхних слоях почвы обеих областей, что является типичным для большинства почв в связи с активностью микроорганизмов и накоплением органических остатков. В глубинных слоях содержание гумуса уменьшается, что может указывать на его разложение и уменьшение биологической активности. Влажность (ω) показывает увеличение с глубиной, особенно заметно это в ПК области, что может свидетельствовать о более высоком уровне водоудержания почвы на больших глубинах.

Таблица 3.

**Минералогический состав образца ПА**

Г	Гл <sup>*</sup> , г/кг	П <sup>**</sup> , г/кг	И <sup>***</sup> , г/кг
0-10	440	296	196
10-20	312	412	285
20-50	321	523	124

\*Гл – глина; \*\*П – песок; \*\*\*И-ил.

Таблица 4.

**Минералогический состав образца ПК**

Г	Гл <sup>*</sup> , г/кг	П <sup>**</sup> , г/кг	И <sup>***</sup> , г/кг
0-10	396	245	202
10-20	331	396	312
20-50	309	428	308

В образцах почвы ПА наблюдается уменьшение содержания глины с поверхности в глубину, что свидетельствует о более легкой текстуре почвы на глубине. В образцах почвы ПК содержание глины также уменьшается с глубиной, но в верхнем слое (0-20 см) содержание глины выше, чем в аналогичном слое почвы ПА.

В почвах ПА с увеличением глубины происходит увеличение содержания песка, что указывает на уменьшение влагоудерживающей способности почвы с глубиной. В почвах ПК также наблюдается увеличение содержания песка с глубиной, причем на глубинах 20-40 см и 40-50 см содержание песка выше, чем в почвах ПА на аналогичных глубинах. В почвах ПА с увеличением глубины происходит также колебание содержания ила, при этом на глубине 20-50 см наблюдается значительное снижение. В почвах ПК содержание ила увеличивается на глубине 20-40 см и остается примерно на том же уровне на глубине 40-60 см, что указывает на более равномерное распределение ила по профилю почвы.

Выполнялись расчеты следующих показателей: удельного веса почвы на воздухе ( $\rho_{\text{воз}}$ ), удельной массы почвы в водной среде ( $\rho_{\text{вод}}$ ), удельной массы почвы в бензоле ( $\rho_{\text{бен}}$ ) и удельной массы почвы в ртутной среде ( $\rho_{\text{р}}$ ).

Таблица 5.

**Структурно-пористые характеристики образцов почвы**

Образец	$\rho_{\text{воз}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{вод}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{бен}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{р}}$ , г/см <sup>3</sup>	$A_1$ , %	$A_2$ , %	$\Sigma V$ , см <sup>3</sup> /г
ПК	1,71	2,56	2,71	1,96	33,2	27,7	0,022
ПА	1,56	2,48	2,53	1,57	37,1	37,9	0,008

Значения плотности по воздуху для ПК и ПА составляют 1,71 г/см<sup>3</sup> и 1,56 г/см<sup>3</sup> соответственно. Это означает, что почва ПК более уплотнена по сравнению с почвой ПА. Плотность почвы по воде отражает плотность почвы, измеренную с использованием воды как дисперсионной среды. Значения для ПК и ПА составляют 2,56 г/см<sup>3</sup> и 2,48 г/см<sup>3</sup> соответственно, что указывает на высокую плотность твердой фазы почвы для обоих образцов.

Значения  $A_1$  и  $A_2$  для ПК составляют 33,2% и 27,7%, а для ПА – 37,1% и 37,9% соответственно. Это говорит о том, что почва ПА обладает более высокой пористостью и лучшей аэрацией по сравнению с почвой ПК.

Для ПК значение суммарного объема пор составляет 0,022 см<sup>3</sup>/г, а для ПА – всего 0,008 см<sup>3</sup>/г, что указывает на то, что в почве ПК пор значительно больше, чем в почве ПА, что может влиять на её способность удерживать воду и воздух.

В третьей главе «Синтез полиэлектролитов и их композиции для регулирования структурообразования в системах засоленных почв» представлены результаты экспериментальных исследований по созданию структурообразователей на основе акриламида и итаконовой кислоты.

В исследовании были применены акриламид (99,0%, Servicebio) и итаконовая кислота (99,0%, Sigma Aldrich) для синтеза сополимера акриламида. Все эксперименты осуществлялись с использованием следующих реагентов: бидистиллированная вода, ацетон, персульфат калия (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>),

сульфит натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), хлорид калия ( $\text{KCl}$ ), гидроксид калия ( $\text{KOH}$ ) и соляная кислота ( $\text{HCl}$ ). Молекулярные массы полученных полиакриламидов определяли методом гель-хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1260 Infinity, оснащенный рефрактометрическим детектором и колонкой TSK GM PWXL.

Для синтеза сополимера акриламида, обладающего заданными составом и структурой, была проведена радикальная полимеризация в водных растворах АА и итаконовой кислоты (ИК) в условиях, созданных как естественным рН мономеров, так и в условиях слабо- и сильнощелочных сред. Процесс сополимеризации проходил при температурном диапазоне от 20 до 60°C с использованием концентраций инициаторов в диапазоне 0,01-0,2% от массы мономеров, при этом мольное соотношение персульфата к сульфиту составляло 1:1. Мольное соотношение исходных мономеров, а именно ИК к АА, изменялось от 1:5 до 1:10, при этом рН растворов варьировался от 1,78 до 2,21.

Процесс синтеза выполнялся следующим образом: в колбу круглого дна объемом 300 мл, оснащенную системой для введения азота, термометром, мешалкой и рефлюксным конденсатором, добавляли 100 см<sup>3</sup> раствора с АА, ИК и инициаторами. Реакционная смесь продувалась азотом для вытеснения кислорода. Для регулировки давления внутри сосуда использовалось точное дозирование азота и его выведение. Эту смесь инкубировали в термостатированной среде от 1 до 6 часов при температуре от 20 до 60°C с непрерывным перемешиванием. Исходный рН раствора был 2,4. В результате проведения реакции формировалась вязкая, однородная, прозрачная масса с рН в диапазоне 2,1-2,2.

Синтезированный сополимер извлекался из реакционной смеси путем постепенного добавления ацетона при комнатной температуре до полного выпадения в осадок. Осадок отделяли от жидкой фазы, промывали ацетоном и сушили под вакуумом до достижения постоянного веса, после чего определяли выход и состав полимера. Содержание остаточных мономеров измерялось с использованием бромид-броматного метода.

Для достижения оптимального количества высокомолекулярных полимерных цепей необходимо сохранять соотношение акриламида к общему количеству  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  на уровне 0,05%, что эквивалентно приблизительно 0,1%. Концентрация иницирующих веществ в 0,05% способствует формированию сополимеров с высоким молекулярным весом, но для этого необходимо увеличить длительность процесса до более чем 4,5 часов по сравнению с 3 часами для полимеризации акриламида. Повышение концентрации инициатора до 0,15% ускоряет полимеризацию, продлевает активную фазу процесса и сокращает время до 2,5-3 часов, увеличивая при этом эффективность сополимеризации с 84,5% до 95,9%.

В процессе сополимеризации с использованием 0,1% инициатора образуется плотный, гомогенный, прозрачный продукт с рН равным 2,11, достигаемым при соотношении мономеров итаконовой кислоты и акриламида

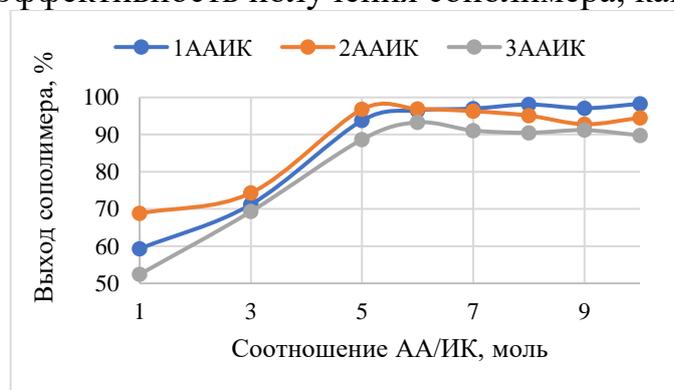
1:5. Увеличение пропорции акриламида до 10 моль на моль итаконовой кислоты лишь незначительно повышает рН на 0,07. В этих условиях сополимеры, в отличие от чистого полиакриламида, демонстрируют хорошую растворимость в воде.

С целью исследования воздействия рН среды на характеристики процесса и характеристики получаемых сополимеров, последующие эксперименты по сополимеризации ИК с АА были проведены в аналогичных условиях, но с предварительным созданием слабощелочной среды (рН=8) путем добавления 10% раствора гидроксида натрия (2ААИК).

Исследования подтвердили, что воздействие рН среды оказывает сильное воздействие на выход реакции сополимеризации в сравнении с полимеризацией акриламида. Например, синтезированный полимер АА при рН=8,1 имел практически идентичную молекулярную массу по сравнению с реакцией при рН=2,4, однако его выход в виде полимерных продуктов, не растворимых в ацетоне, составил 94,5%, в то время как в кислой среде этот выход составил 85,8%.

Процессы синтеза были выполнены в среде с высоким значением рН, равным 11. Для достижения нейтрализации карбоксильных групп и частичного гидролиза амидных функций использовалось определенное количество NaOH. В ходе сополимеризации было зафиксировано формирование однородной, прозрачной и плотной полимерной массы.

Обнаружено, что повышение концентрации ИК в смеси снижает эффективность получения сополимера, как демонстрируется на рис. 1.



**Рис. 1. Зависимость выхода сополимера при различных значениях ИК:АА.**

На основе рис. 2 можно увидеть, что для всех трёх сополимеров (1ААИК, 2ААИК, 3ААИК) наблюдается тенденция увеличения выхода сополимера с ростом соотношения АА/ИК. Это указывает на то, что увеличение доли акриламида в соотношении с итаконовой кислотой положительно влияет на количество получаемого сополимера.

Сополимер 1ААИК показывает наибольший выход при всех измерениях соотношения АА/ИК, начиная со значения X=5 и выше, достигая пика при X=5,5-6. Это может свидетельствовать о наиболее оптимальной рецептуре для данного типа сополимера.

Сополимер 2ААИК, в целом, демонстрирует более высокий выход при более низких значениях X (от 1 до 3), но с увеличением соотношения АА/ИК его выход начинает снижаться после достижения максимума при X=5-5,5. Это

может указывать на то, что для сополимера 2ААИК оптимальное соотношение АА/ИК находится в данном диапазоне. Лучшие результаты по выходу сополимера и его вязкости были достигнуты при соотношении мономеров ИК к акриlamиду в пределах от 1:5,5 до 1:6,0, при этом выход сополимера составил около 96,81%. Этот сополимер был обозначен как 1АА:ИК-5,5. Главный компонент в полученном продукте составлял не менее 99,1% от общей массы, при этом полимер имел светло-желтую или почти белую окраску.

Сополимер 3ААИК показывает наименьший выход среди всех сополимеров. В этих условиях также был достигнут повышенный выход сополимеров при мольном соотношении исходных мономеров 1:5÷6, при этом выход сополимера достиг 95,87%. Данный образец был идентифицирован как 3АА:ИК-5,5.

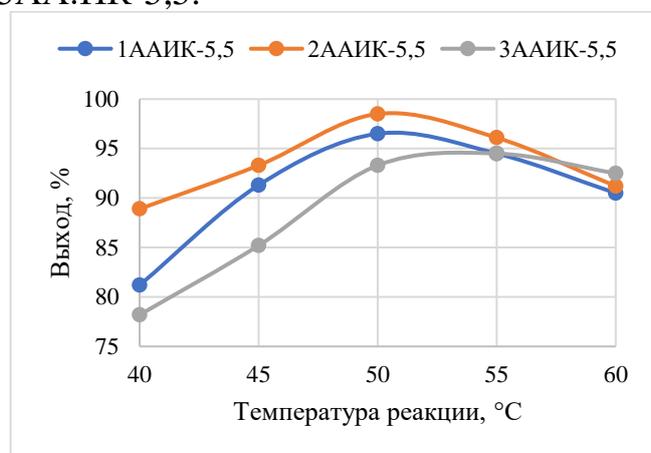


Рис. 2. Зависимость выхода реакции от температуры системы.

Как можно увидеть из рис. 2 для всех трех сополимеров наблюдается повышение выхода с увеличением температуры реакции от 40°C до примерно 50-55°C. Это может свидетельствовать о том, что повышение температуры способствует более эффективной полимеризации мономеров.

После достижения определенной температуры (около 50-55°C), выход реакции для сополимеров 1ААИК-5,5 и 2ААИК-5,5 начинает снижаться с дальнейшим увеличением температуры, что может указывать на начало термического разложения сополимера или на увеличение скорости обратных реакций, снижающих выход полимера. Для сополимера 3ААИК-5,5 наблюдается более плавный спад выхода после достижения пика, что может свидетельствовать о различном влиянии температуры на структуру данного сополимера по сравнению с двумя другими.

Максимальный выход для 2ААИК-5,5 наблюдается при температуре около 50°C и составляет чуть выше 98%, а для 1ААИК-5,5 максимальный выход также приходится на температуру около 50°C и составляет чуть около 96,5%. А для 3ААИК-5,5 максимальный выход немного ниже и наблюдается при температуре около 55°C.

В общем, сополимер 2ААИК-5,5 показывает лучший выход в широком диапазоне температур по сравнению с двумя другими сополимерами, что может указывать на его более устойчивую структуру или на более оптимальные условия полимеризации для данной комбинации мономеров.

Таблица 6.

## Молекулярная масса компонентов системы сополимеров АА и ИК (АА/ИК=5,5)

Сополимер	Молекулярная масса продуктов реакции, kDa	Содержание в системе, % по масс.
1АА:ИК-5,5	2700-2800	85
	166	13
	12-15	~2
2АА:ИК-5,5	2900-3000	92
	60	6
	~1	≤2
3АА:ИК-5,5	2500-2600	89
	3-5	11

\*-продолжительность процесса 4 ч, исходная концентрация мономеров 10%, количество инициатора 0,1%.

Образец 1АА:ИК-5,5 демонстрирует молекулярную массу сополимеров в диапазоне 2700-2800 kDa. Для образца 2АА:ИК-5,5 молекулярная масса колеблется между 2900 и 3000 kDa. Вариант 3АА:ИК-5,5 показывает наиболее низкие показатели молекулярной массы в пределах 2500-2600 kDa. При этом система 3АА:ИК-5,5 выделяется более высоким процентным содержанием полимеров в сравнении с системой 1АА:ИК-5,5, где доля сополимеров составляет 85%. Максимальное содержание сополимеров обнаружено в системе 2АА:ИК-5,5, достигая 92% от общего веса, при этом оставшаяся часть приписывается олигомерам с меньшей молекулярной массой. Из данных таблицы очевидно, что различные сополимеры характеризуются разнообразием как по молекулярной массе, так и по процентному содержанию в системе. К примеру, 2АА:ИК-5,5 обладает самой большой молекулярной массой и наибольшим процентным содержанием, тогда как 3АА:ИК-5,5 имеет наименьшую молекулярную массу, но долю полимеров сопоставимую с 1АА:ИК-5,5.

Щелочной гидролиз полимеров проводился в той же установке, где ранее осуществлялся их синтез. Исследование проводилось в температурном диапазоне от 50 до 98°C. После достижения требуемой температуры, в реакционную смесь добавляли точно рассчитанное количество гидроксида калия (КОН) в стехиометрическом количестве, отмечая этот момент как начало гидролиза. Время реакции варьировалось от 1,5 до 3 часов.

Реагенты соединяли в соответствии с мольным соотношением акриламида к гидроксиду калия, варьируя от 1,0:0,5 до 1,0:1,5. В ходе экспериментов было проведено исследование воздействия времени реакции от 30 до 180 минут и температурного режима от 50 до 98 °С на процесс гидролиза.

Степень гидролиза повышается с течением времени, что показывает увеличение доли гидролизованых амидных групп в полимерной цепи. Для первого сополимера (1АА:ИК-5,5) максимальная степень гидролиза при времени гидролиза в 2 часа, после чего показатель немного снижается при 3 часах гидролиза.

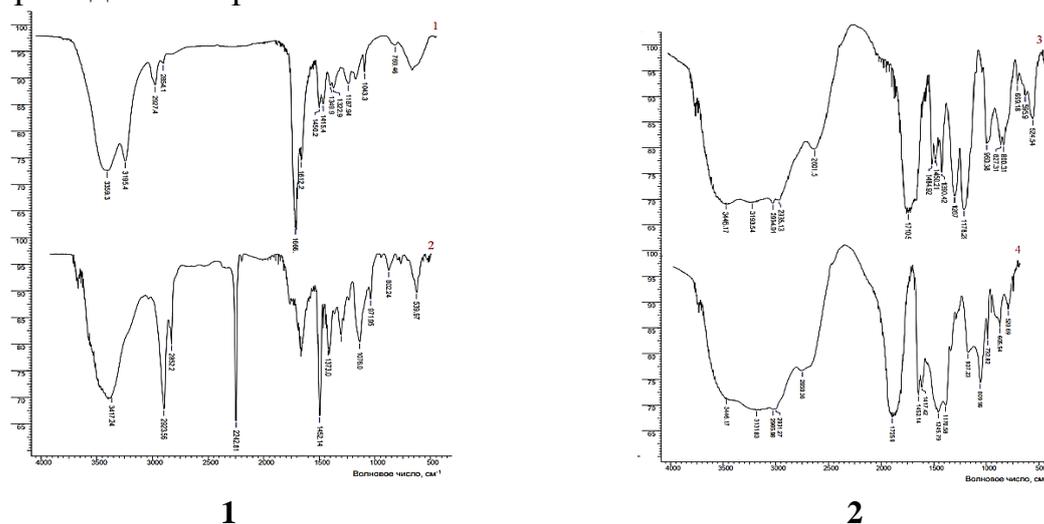
Аналогичная тенденция наблюдается для второго сополимера (2АА:ИК-5,5), где степень гидролиза также достигает максимума при 2 часах гидролиза,

но затем снижается при 3 часах. Следует отметить, что для этого сополимера степень гидролиза оказывается выше, чем для первого, при всех временных точках, что может свидетельствовать о более высокой реакционной способности или различном составе.

Степень гидролиза увеличивается с ростом температуры от 50°C до приблизительно 90°C, после чего наблюдается выравнивание кривых. Это может свидетельствовать о достижении некоторого насыщения процесса, при котором дальнейшее увеличение температуры не приводит к значительному увеличению гидролиза.

Полимер 1АА:ИК-5,5 достигает более высокой степени гидролиза по сравнению с 2АА:ИК-5,5 на всем диапазоне температур. Это может указывать на более высокую реакционную способность 1АА:ИК-5,5 в данных условиях гидролиза или на различия в химической структуре полимеров, которые могут влиять на доступность гидролитических сайтов.

ИК-спектры образцов 1АА:ИК-5,5 и 2АА:ИК-5,5 и их гидролизованных форм, которые снимались на спектрометре Avatar 360 FT-IR Nicolet iS50 Thermo Fisher Scientific с Фурье преобразованием в области частот 400-4000 см<sup>-1</sup>, приводятся на рис. 3.



**Рис. 3. ИК-спектры образца 1АА:ИК-5,5 (1), 2АА:ИК-5,5 (2) и их гидролизованных форм (3 и 4).**

Как можно увидеть из ИК-спектров, образцы 1 и 2 имеют характерные полосы в области 1700 см<sup>-1</sup>, что соответствует С=О связям карбоксильных групп, и в области 1600 см<sup>-1</sup>, связанные с N-H изгибами и С-N связями амидных групп. Эти полосы подтверждают наличие как ИК, так и акриламида в структуре полимера.

Гидролизованные формы (3 и 4) показывают изменения в этих полосах. Полосы в области карбонильной группы С=О и амидной группы N-H могут демонстрировать сдвиги или изменения интенсивности, что указывает на процесс гидролиза. Например, если интенсивность полосы С=О уменьшается или исчезает, это может указывать на расщепление амидных связей.

Также можно наблюдать изменения в области 3000-3500 см<sup>-1</sup>, связанные с О-Н связями, что может указывать на увеличение количества гидроксильных

групп после гидролиза. Также следует обратить внимание на любые новые пики или изменения в области  $1000-1300\text{ см}^{-1}$ , которые могут быть связаны с образованием новых функциональных групп, таких как карбоксилатные или эфирные. Обнаружение полос в области  $1650\text{ см}^{-1}$  в спектрах гидролизованных форм, указывают на частичное сохранение у данных образцов даже после гидролиза первичной амидной группы ( $\text{CONH}_2$ ) без изменения.

Таблица 7.

Значения молекулярных масс сополимеров и его гидролизованных форм			
Исходный		Гидролизованный ( $70^\circ\text{C}$ , 2 ч)	
1АА:ИК-5,5	2АА:ИК-5,5	1АА:ИК-5,5	2АА:ИК-5,5
$11,34 \cdot 10^5$	$15,4 \cdot 10^5$	$18,1 \cdot 10^5$	$20,2 \cdot 10^5$

Из этих данных можно сделать выводы, что гидролиз увеличивает молекулярную массу сополимеров в обоих случаях. Это может быть обусловлено тем, что гидролиз ведет к образованию более длинных полимерных цепей и раскрытию за счет стерических эффектов карбоксилатных групп.

Увеличение молекулярной массы после гидролиза значительно больше для сополимера 1АА:ИК-5,5 (почти в 1,6 раза) по сравнению с исходным состоянием, в то время как для 2АА:ИК-5,5 увеличение составляет примерно 1,3 раза.

Сополимер 2АА:ИК-5,5 в исходном состоянии и после гидролиза имеет более высокую молекулярную массу, чем 1АА:ИК-5,5, что может свидетельствовать о более высокой степени сшивки или более длинных полимерных цепях в составе 2АА:ИК-5,5.

В четвертой главе «**Структурообразующие способности сополимеров акриламида и итаконовой кислоты в системе почв Каракалпакстана. Лабораторный и полевой эксперимент**» представлено исследование, посвященное изменению структурно-агрегатного состава почв при обработке различными полиэлектролитами. Для дальнейших исследований в качестве объектов были выбраны образцы 1АА:ИК-5,5; 2АА:ИК-5,5 и их гидролизованные формы, которые условно были названы 1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К. Для сравнения были отобраны товарные водорастворимые полимеры РАА GS Flokulyant (Ts 00203849 - 29:2014, «Навоиазот») и его гидролизованная с раствором КОН при температуре  $70^\circ\text{C}$  форма.

Внесение полимерных растворов (0,4-1,0%) в почву проводилось опрыскиванием. Расход раствора составил от 100 до 500 кг/Га.

Все обработанные почвы показали изменение в распределении размеров фракций по сравнению с контрольной обработкой водой, при этом значительно увеличилось количество мезоагрегатов ( $0,25 < 10\text{ мм}$ ). Образцы, обработанные гидролизованными полиакриламидами и сополимерами, особенно в более высоких концентрациях (0,6%), демонстрируют более высокий процент фракций в диапазоне  $0,25 < 10\text{ мм}$ , что указывает на улучшение структуры почвы.

Вода как контроль показала самый низкий  $K_c$  (0,40), что отражает плохое агрегатное состояние почвы. Обработка полиакриламидами и их гидролизованными формами улучшила структурное состояние почвы, что видно из увеличения  $K_c$ , особенно при использовании сополимеров АА:ИК-5,5 и их калийных форм (1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К), где коэффициент структурности достигает значений 1,46 и 2,65 соответственно при концентрации 0,6%.

Таблица 8.

## Изменение структурного состава поверхностного слоя почвы ПА при обработке (сухое просеивание)\*

Образец	С, %	Размер фракции (мм), %			K <sub>C</sub> **
		≥10	0,25<10	≤0,25	
Вода	-	21,8	28,5	49,7	0,40
РАА GS	0,3	23,3	44,4	32,3	0,80
	0,6	16,5	30,2	53,3	0,43
РАА GS <sup>1</sup>	0,3	11,2	48,9	39,9	0,96
	0,6	12,9	56,5	30,6	1,30
1АА:ИК-5,5	0,3	15,5	59	25,5	1,44
	0,6	13,2	47	39,8	0,89
2АА:ИК-5,5	0,3	19,8	46,6	33,6	0,87
	0,6	17,5	49,3	33,2	0,97
1АА:ИК-5,5К	0,3	19,9	59,3	20,8	1,46
	0,6	14,1	63,7	22,2	1,75
2АА:ИК-5,5К	0,3	15,5	63,4	21,1	1,73
	0,6	7,8	72,6	19,6	2,65

\*-расход растворов составил 200 кг/Га; \*\*-коэффициент структурности. РАА GS<sup>1</sup> – гидролизованый РАА GS.

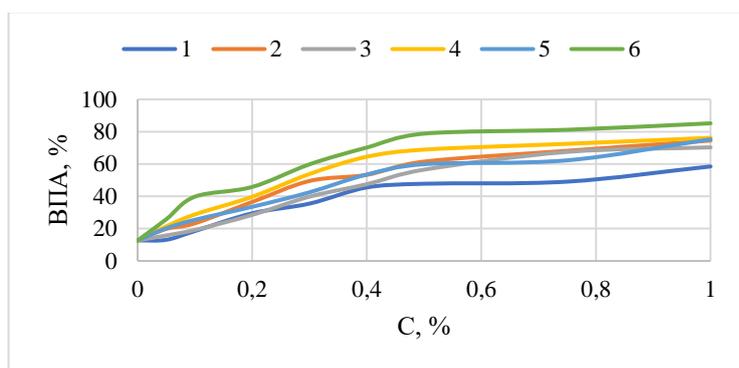
Увеличение концентрации полимерных растворов в некоторых случаях ведет к улучшению структурных характеристик почвы (например, 2АА:ИК-5,5К при концентрации 0,6% показал K<sub>C</sub> 2,65, что является наивысшим значением в таблице). Однако не во всех случаях повышение концентрации способствует улучшению K<sub>C</sub>, что подчеркивает необходимость оптимизации дозировок для достижения наилучших результатов.

Также для почвы ПК после обработки различными полиэлектролитами приводит к уменьшению доли мелких фракций (≤0,25 мм) и увеличению доли мезоагрегатов (0,25<10 мм), что указывает на улучшение структуры почвы по сравнению с контрольной обработкой водой.

Как и предыдущем случае значительные изменения наблюдаются при обработке калийными формами сополимеров 1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К, где процент мезоагрегатов увеличивается до 69,39% и 70,61% соответственно при концентрации 0,6%. Также коэффициент структурности значительно улучшился после обработки, особенно заметно при использовании сополимеров с калием (К), где K<sub>C</sub> достигает значений 2,27 и 2,40 для 1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К соответственно при более высокой концентрации (0,6%).

На рис. 4 показано изменение водопрочных агрегатов (ВПА) образца почвы ПА при обработке разными растворами полиэлектролитов. Видно, что с увеличением концентрации растворов полиэлектролитов (С, %) увеличивается процент водопрочных агрегатов в почве для всех исследованных образцов.

Образцы 1 и 2 (РАА GS и РАА GS<sup>1</sup>) показывают сравнительно более медленный рост ВПА с увеличением концентрации, в то время как образцы 3 и 5 (1АА:ИК-5,5 и 2АА:ИК-5,5) демонстрируют более крутой рост ВПА, что может указывать на их более высокую эффективность в улучшении структурных свойств почвы. Образцы 4 и 6 (1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К), где К обозначает калийную форму полимера, показывают самый высокий рост водопрочных агрегатов при всех концентрациях, что может свидетельствовать о наличии калия, улучшающего свойства полимера в структурообразовании почвы.



**Рис. 4. Изменение ВПА образца почвы ПА при обработке с растворами: 1) РАА GS; 2) РАА GS<sup>1</sup>; 3) 1АА:ИК-5,5; 4) 1АА:ИК-5,5К; 5) 2АА:ИК-5,5; 6) 2АА:ИК-5,5К.**

Можно предположить, что наличие калия в полимерных цепях (в образцах 4 и 6) способствует формированию кросс-линков (сшивок) между полимерными цепями, что улучшает образование водопрочных агрегатов и способствует более эффективному укреплению структуры почвы. Это предположение подтверждается тем фактом, что калийные формы полимеров показывают лучшие результаты по сравнению с их не-калийными аналогами.

Общая тенденция для всех образцов аналогична: с увеличением концентрации растворов полиэлектролитов увеличивается процент водопрочных агрегатов. Однако, по сравнению с почвой ПА, кривые на графике для почвы ПК имеют меньшую крутизну, что может указывать на меньшую реактивность или различные исходные условия почвы ПК.

Результаты определения полевой влажности и структурной пористости почвы приводятся в табл. 9.

**Таблица 9.**

**Структурно-пористые характеристики образцов почвы, обработанные с 2АА:ИК-5,5К**

Образец	$\rho_{\text{воз}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{вод}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{бен}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{\text{р}}$ , г/см <sup>3</sup>	$A_1$ , %	$A_2$ , %	$\Sigma V$ , см <sup>3</sup> /г
ПК	1,26	2,41	2,78	0,95	0,477	0,658	0,055
ПА	1,11	2,18	2,62	0,86	0,491	0,672	0,077

Изучив структурно-пористые характеристики образцов почвы ПК и ПА после обработки растворами 2АА:ИК-5,5К, можно отметить следующие изменения по сравнению с исходными необработанными почвами: плотность по воздуху значительно снизилась для обоих образцов по сравнению с исходными значениями (1,71 г/см<sup>3</sup> для ПК и 1,56 г/см<sup>3</sup> для ПА), что указывает на уменьшение общей уплотненности почвы и повышение её пористости после обработки. Плотность по воздуху уменьшилась на 26,3% для ПК (с 1,71 до 1,26 г/см<sup>3</sup>) и на 28,8% для ПА (с 1,56 до 1,11 г/см<sup>3</sup>).

Процентное содержание порозности и пористости значительно увеличилось для обработанных образцов, что указывает на улучшение структуры пор и увеличение доли микропор и макропор. Для ПК  $A_1$  увеличилось на 43,7% (с 0,332 до 0,477%), а  $A_2$  на 137,6% (с 0,277 до 0,658%). Для ПА  $A_1$  увеличилось на 32,3% (с 0,371 до 0,491%), а  $A_2$  на 77,3% (с 0,379 до 0,672%). Это улучшает аэрацию почвы и способствует лучшему водоудержанию.

Суммарный объем пор  $\Sigma V$  увеличился более чем в 2,5 раза для ПК (с 0,022 до 0,055 см<sup>3</sup>/г) и в 9,6 раза для ПА (с 0,008 до 0,077 см<sup>3</sup>/г).

Эти изменения подчеркивают значительное улучшение структурно-пористых характеристик почвы после обработки, что способствует более

эффективному удержанию воды и питательных веществ в почве, улучшению аэрации и, как следствие, повышению плодородия почвы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследование подтвердило различия в химико-минералогическом составе и физических свойствах почв Каракалпакстана. Почвы ПА обладают равномерным распределением компонентов и высокой катионообменной емкостью, что делает их потенциально более плодородными по сравнению с почвами ПК. Адсорбционные свойства почв различаются, что влияет на их влагоудерживающую способность.

2. Сополимеризация акриламида с итаконовой кислотой показала зависимость свойств синтезированных полимеров от множества факторов, включая pH среды, соотношение мономеров и условия полимеризации. Выявлено, что оптимальные условия для получения сополимеров с высоким выходом и хорошими вязкостными характеристиками соответствуют среде с pH около 8,1 и мольном соотношении итаконовой кислоты к акриlamиду в диапазоне 1:5,5 до 1:6,0. При этом выход сополимера достигает примерно 96,81%, а массовая доля основного вещества в продукте — не менее 99,1%.

3. Эксперименты в сильнощелочных средах с pH 11 также показали положительные результаты с выходом сополимера в 95,87% и характеристиками, обусловленными необходимым количеством NaOH для нейтрализации карбоксильных групп и частичного гидролиза амидных групп. Наблюдаемое образование плотной, прозрачной и однородной полимерной массы говорит о успешности применяемой методики синтеза.

4. Наблюдалось, что с увеличением температуры и времени реакции процент содержания азота в сополимерах снижается, что указывает на протекание гидролиза амидных групп и формирование карбоксильных. Максимальная степень гидролиза для образца 1АА:ИК-5,5 была достигнута при температуре гидролиза в 70°C за 2 часа, что подтверждается увеличением кислотного числа.

5. При температуре гидролиза 60°C образуется полимер с массой  $18,2 \cdot 10^5$  в количестве 70%. Гидролиз при 70°C увеличивает молекулярную массу сополимера до  $22,1 \cdot 10^5$ , однако образец все еще содержит около 15% олигомерных структур. Увеличение температуры до 80°C приводит к снижению молекулярной массы образца, и в этой системе обнаружены фракции массами  $2,1 \cdot 10^5$  и 3000 г/моль в соотношении 69 и примерно 30%, соответственно.

6. Применение гидролизованных форм полиакриламидов и сополимеров акриламида и итаконовой кислоты в концентрации 0,6% демонстрирует значительное улучшение коэффициента структурности ( $K_C$ ) образца ПА, особенно у форм 1АА:ИК-5,5К и 2АА:ИК-5,5К, где  $K_C$  достигает 1,75 и 2,65 соответственно. Для образца почвы ПК при обработке калиевыми формами сополимеров при концентрации 0,6% наблюдается рост доли мезоагрегатов до 70,61% и повышение  $K_C$  до 2,40, что свидетельствует о высокой эффективности данных обработок в улучшении агрегатного состояния почвы.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.02.30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY**

---

**KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

**ALLAMURATOVA ANARGUL SULTAMURATOVNA**

**SYNTHESIS OF STRUCTURING COPOLYMERS BASED ON  
ACRYLAMIDE AND ITACONIC ACID AND THEIR INFLUENCE  
ON SOILS OF KARAKALPAKSTAN**

**02.00.11 – Colloid and membrane chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY(PhD)  
ON CHEMICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2024**

**The subject of the PhD thesis is registered in the High Qualification Commission of the Republic of Uzbekistan under the number of B2024.1.PhD/K643.**

Dissertation work completed at the Institute of general and inorganic chemistry.  
Abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) posted on the web site of «ZiyoNet» to the address [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Academic Supervisor:** **Sharipova Ayshagul Ibraimovna**  
candidate of chemical sciences, Associate Professor

**Official opponents:** **Ravshan Raximovich Maxkamov**  
doctor of technical sciences,  
**Buxorov Shuxrat Buriyevich**  
doctor of technical sciences, Associate Professor

**Leading organization:** **Namangan Engineering and Technical Institute**

The defense will take place «5» December 2024 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №20). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on «20» November 2024.  
(mailing report №20 from «20» November 2024.)



**B.S. Zakirov**  
Chairman of the on-time scientific Council  
awarding scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

**D.S. Salikhanova**  
Scientific secretary of the on-time scientific  
Council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**I.D. Eshmetov**  
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific  
Council on the award of a scientific degree, doctor of  
technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to synthesize structure-forming copolymers based on acrylamide and itaconic acid, and to investigate their effects on the soils of Karakalpakstan.

**The object of the research** are acrylamide, itaconic acid, copolymers of acrylamide (AA) and itaconic acid (IA), structure-forming agents based on them, as well as the soils of the Amudarya (AS) and Karauzyak (KS) districts.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

it has been substantiated that during the copolymerization of acrylamide (AA) and itaconic acid (IA) in a molar ratio of 5:1 with the use of 0.1% initiator, a dense, homogeneous, and transparent product (1AA:IA-5.5) with a pH of 2.11 is formed. Increasing the AA proportion to 10 moles per mole of IA only slightly raises the pH by 0.07, which facilitates the production of water-soluble copolymers with a yield exceeding 85.8%;

it has been revealed that optimal conditions for obtaining copolymers with high yield and favorable viscosity characteristics correspond to an environment with a pH of approximately 8.1 and a molar ratio of itaconic acid to acrylamide ranging from 1:5.5 to 1:6.0, achieving a copolymer yield of 96.81% and a main substance content of 99.1%;

it has been determined that the initial copolymers 1AA:IA-5.5 and 2AA:IA-5.5 have molecular weights of  $11.34 \times 10^5$  and  $5.4 \times 10^5$ , respectively. Upon hydrolysis at 70°C for 2 hours, the molecular weights increase to  $18.1 \times 10^5$  and  $20.2 \times 10^5$ , respectively, which leads to a decrease in ion mobility and an increase in the degree of dissociation from 8% and 13% to 44% and 56%, respectively;

it has been established that the effectiveness of polyelectrolytes as soil structure-forming agents depends not only on the nature and dosage of the structure-forming agent but also on the soil's structure. The structural coefficient of soils from the Amudarya (AS) and Karauzyak (KS) regions, when treated with a 0.6% solution of 2AA:IA-5.5K, increases from 0.40 and 0.14 to 2.40 and 2.65, respectively;

it has been proven that potassium forms of copolymers enhance the water-stable aggregates of soils up to 84.5%. This may be attributed to ionic mechanisms of interaction between polymer chains and soil particles, where potassium ions may contribute to additional cross-linking, improving aggregate structure and stability.

**Implementation of the research results:** Based on the scientific findings on the development of soil structure-forming agents for various soil types:

soil structure-forming agents based on acrylamide and itaconic acid have been included in the "List of Prospective Developments for Implementation in 2026–2030" for practical application by the Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan No. 03/03-1104 dated March 18, 2024). As a result of treating soils with these structure-forming agents, the amount of water-stable aggregates increased from 12% to 86%;

water-retaining compositions, specifically soil structure-forming agents based on potassium forms of acrylamide and itaconic acid copolymers, have also been

included in the "List of Prospective Developments for Implementation in 2026–2030" for practical application by the Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan No. 03/03-1104 dated March 18, 2024). As a result, the water absorption capacity of soils treated with these agents increased to 720 mg/g.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 116 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Sharipova.A.I., Aymurazeva L.G., Allamuratova A.S. Polimerler fizikasi hám ximiyası. Sabaqlıq. Nókis: “ILIM NUR”, 2024-j-324 b.

2. Алламуратова А.С. Структурообразующие способности сополимеров акриламида и итаконовой кислоты в системе почв Каракалпакстана // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2024. 5(119). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/17222> -С. 61-64 (02.00.00 №2).

3. Алламуратова А.С., Танатаров О.М., Шарипова А.И., Абдикамалова А.Б. Synthesis of acrylamide copolymers with improved viscosity characteristics // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology <https://scholar.google.com/citations> 2024. Pp.117-124 (02.00.00 № 18).

4. Dauletbaeva R., Karimova G., Adizova N., Abdikamalova A., Kuldasheva Sh., Allamuratova.A.S. Problems of Regulation of Structure Formation in Soil Using Water-Soluble Polymers// International Journal of AdvancedResearch in Science, Engineering and Technology. Vol. 10, Issue 8, August 2023. Pp. 20996-21001 (05.00.00. №8).

5. Алламуратова А.С., Сейтназарова О.М., Шарипова А.И., Абдикамалова А.Б. Синтетические водорастворимые полимеры и важнейшие отрасли их применения // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2023. 9(114). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15940>. -С. 47-53 (02.00.00 №1).

6. Жумабаев Б.А., Алламуратова А.С., Аймурзаева Л.Г., Зарипбаев К. Композиции водорастворимых полимеров для закрепления засоленных песков арапа // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. Жумабаев Б.А. [и др.]. 2023. 2(104). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14944> -С. 38-41 (02.00.00 №2).

7. B.M.Ismailov, O.Tanatarov, A.I.Sharipova, A.B.Abdikamalova, U.K.Ahmedov. Allamuratova.A.S. Development of a method for chemical sand reclamation based on bentonite-soapstoke-water suspension. «Вестник Каракалпакского отделения АН РУз» сентябрь 2023 № 3(272). -С. 28-32.

**II бўлим (II часть; part II)**

8. Abdikamaova A.B., Tanatarov O.M., Seitnazarova O.M., Allamuratova A.S., Shamuratova M. Study of the physical and chemical characteristics of soils in Karakalpakstan// E3S Web of Conferences 537, 03006 (2024) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453703006> (Scopus).

9. Шарипов.А., Муфтуллаева.Г., Алламуратова А.С., Шарипова А.И., Изучение изменения влажности системы оструктуренных почв растворами полиэлектролитов // Материалы международной научной конференции

студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ», Алматы, 4-6 апреля 2024 г. -С. 200.

10. Атаджанова Ю.Б., Шарипов А.А., Алламуратова А.С., Шарипова А.И. Исследование структурообразующего действие сополимера на основе акриламида и итаконовой кислоты // Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ», Алматы, 4-6 апреля 2024 г. С. 182.

11. Алламуратова А.С., Шарипова А.И., Абипова Г., Мнажатдинов У. Стабилизирующее действие на бентонитовые суспензии Республики Каракалпакстан. // Республиканской научно-практической конференции «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химический, металлургический, нефтехимический отраслей и производства строительных материалы». Ташкент 12-14 май 2022 г. -С. 785-786.

12. Sharipova A.I., Allamuratova A.S., Sharipova K.B. Изучение роли созданной структуры в изменении водных режимов в почвах // «Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари» Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Ташкент, 2023. -С. 171-173.

13. Sharipova A.I., Allamuratova A.S., Sharipova K.B. Suwda eriwshi polimer eritpeleriniñ topıraqta struktura payda etiwine tásiiri. //«Оролбўйи ҳудудларида кимё ва кимёвий технология ривожланишининг ҳозирги замон тенденциялари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Нукус. 2023 й. 13 март, 18-19 б.

14. Maxmudova Sh.A., Allamuratova A.S., Aymurzaeva L.G., Polielektrolitlarning konformatsion holatlariga bog'liq qo'llanish sohalari // «Оролбўйи ҳудудларида кимё ва кимёвий технология ривожланишининг ҳозирги замон тенденциялари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Нукус, 2023 й. 13 март, 21-23 б.

15. Sharipova A.I., Allamuratova A.S., Joldasova S.J. Suwda eriwshi sopolimer úlgileriniñ bazibir kolloid-ximiyaliq qásiyetleri // «Оролбўйи ҳудудларида кимё ва кимёвий технология ривожланишининг ҳозирги замон тенденциялари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Нукус, 2023 й. 13 март, 101-103 б.

16. Шарипова А.И., Алламуратова А.С., Атаджанова Ю.Б. Карбоксиламид топарын тутқан полиэлектролит еритпелериниң базы бир коллоид-химиялық қәсийетлерин үйреніў // INTERNATIONAL SCIENTIFIC FORUM, Ташкент, 13-январь 2023 г. -С. 91-93.

17. Шарипова А.И., Алламуратова А.С., Абипова Г.М., и др.. Изучение некоторых коллоидно-химических свойств полиэлектролитов на основе сополимера диметиламиноэтилметакрилата и винилацетата // Ózbekiston milliy universitetining 105 yilligiga baǵishlangan “Analitik kimyoning dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro professor-óqituvchilar va yosh olimlar ishtirokidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani УзМУ 11-12-май 2023 йил 171-173 б



Avtoreferat «O‘zbekiston kimyosi» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib,  
o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

**Bosmaxona litsenziyasi:**



**9338**

Bichimi: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» garniturası.  
Raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma № 42/24.

Guvohnoma № 851684.  
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.  
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko‘chasi, 83-uy.