

**TOSHKENT KIMYO - TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

ABDURAXIMOV DILMUROD XAYITMUROTOVICH

**KO'CHMA QUM VA TUPROQLARDA STRUKTURA HOSIL QILISH
UCHUN SUVDA ERUVCHAN POLIMERLARNI YARATISHNING
ILMIY-EKOLOGIK JIHLTLARI**

**11.00.05 – Atrof – muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan
oqilona foydalanish**

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

Toshkent – 2023

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Abduraximov Dilmurod Xayitmurotovich

Ко‘chma qum va tuproqlarda struktura hosil qilish uchun suvda eruvchan polimerlarni yaratishning ilmiy – ekologik jihatlari3

Абдурахимов Дилмурод Хайитмуротович

Научно-экологические аспекты создания водорастворимых полимеров для структурообразования в подвижных песках и почвах..... 21

Abdurakhimov Dilmurod Xayitmurotovich

Scientific and ecological aspects of the creation of water-soluble polymers for structure formation in mobile sands and soils..... 41

E‘lon qilingan ilmiy ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works 45

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT
INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

ABDURAXIMOV DILMUROD XAYITMUROTOVICH

**KO‘CHMA QUM VA TUPROQLARDA STRUKTURA HOSIL QILISH
UCHUN SUVDA ERUVCHAN POLIMERLARNI YARATISHNING
ILMIY-EKOLOGIK JIHLTLARI**

**11.00.05 – Atrof – muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan
oqilona foydalanish**

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

Toshkent – 2023

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya Komissiyasida B2022.2.PhD/K524 raqam bilan ro'yxatga olingan

Dissertatsiya Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.iktiti.uz) va «Zionet» axborot-ta'lim portalida (www.zionet.uz) joylashtirilgan.

| | |
|----------------------------|---|
| Ilmiy rahbar: | Kuldasheva Shahnoza Abdulazizovna kimyo fanlari doktori, professor |
| Rasmiy opponentlar: | Muxamedov Qobiljon Gafurovich, texnika fanlari doktori, professor Abduraximov Xojiakbar Abduraxmanovich kimyo fanlari doktori, dotsent |
| Yetakchi tashkilot: | Namangan muhandislik texnologiya instituti |

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 raqamli ilmiy kengashning 2023 yil «29» «08» soat 11⁰⁰» dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY., Sho'robozor, Tel.: (+99895) 144-67-83; E-mail: ooo_mixt@mail.ru, TKITITI@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin. № 2023/25 raqami bilan ro'yxatga olingan (Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY., Sho'robozor, Tel.: (+99895) 144-67-83; E-mail: ooo_mixt@mail.ru, TKITITI@exat.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «15» avgust kuni tarqatildi.

(2023 yil «15» avgustdagi № 2023/25 - raqamli reestr bayonnomasi).



Djalilov A.T.
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, d., prof., akad.

Shirinov Sh.D.
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, t.f.d., PhD., katta ilmiy sodim

Beknazarov X.S.
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda tuproq degradatsiyasi natijasida ko'chma qum va tuproq zarralarining atmosferaga ko'tarilishi bilan bog'liq ekologik muammolar mavjud. Degradatsiyaga uchragan ko'chma qum va tuproq sifati, tuzilishi va barqarorligini oshirish chora-tadbirlaridan biri ularga suvda eruvchan polimer eritmalari bilan ishlov berishdir. Shuning uchun polimer materiallarining turlarini, ularning tuproq tizimidagi harakatini o'rganish, tabiiy xom ashyo va sintetik kimyoviy reagentlar asosida yangi polielektrolit strukturantlarni yaratish va ularni tuproq strukturasi yaxshilashda qo'llash usullarini o'rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Dunyoda akrilamid asosida dispers tizimlarning polielektrolit komponentlarini yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Shu munosabat bilan akrilamidning polimerlanishi va poliakrilamidning gidrolizlanish jarayonlarini turli xil gidrolizlovchi vositalar yordamida, gidroliz reaksiyasining sharoitlari, ularning eritmalarining strukturaviy xususiyatlarga ta'sirini o'rganish kerak, shuningdek polimer makromolekulalarning qum va tuproq zarralari bilan o'zaro ta'sir mexanizmlarini o'rnatishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda yangi materiallar, shu jumladan, akrilamid asosidagi polielektrolitlarni olish bo'yicha ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasining O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishga qaratilgan uchinchi yo'nalishida "Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlash va sanoat mahsulotlarini umumiy ichki ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravar oshirish"¹ bo'yicha vazifalar belgilandi. Shu nuqtai nazardan, mahalliy maxsulot bo'lgan poliakrilamidning tarkibini o'rganish, uning gidrolizlanishi uchun yuqori samaradorlikga ega bo'lgan maqbul sharoitlarni aniqlash va poliakrilamidning gidrolizlangan namunalari qum va tuproq zarralari bilan struktura hosil qilishini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar katta ilmiy va ekologik ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "Yangi O'zbekistonni 2022-2026 yillarga mo'ljallangan rivojlanish strategiyasi to'g'risida" gi, 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son "2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha harakatlar strategiyasi" to'g'risidagi farmonlari shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-3236-son 2017 yil 23 avgustdagi "kimyo sanoatini 2017-2021 yillarda ja'dal rivojlantirish dasturi to'g'risida" gi va 2018 yil 25 oktyabrdagi "O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoatini ja'dal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PQ-3983-sonli qarorlari hamda hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-xuquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi. Ushbu tadqiqot respublika fan va texnologiyalar

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risi»dagi farmoni

rivojlantirishning VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yoʻnalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoni oʻrganilganlik darajasi. Dunyoda suvda eruvchan polimerlar, polielektrolitlar yordamida koʻchma qumlar va tuproqlarning strukturaviy shakllanishi sohasida Hashimoto H., Matsumoto Osamu, Surui Masai, Yercolani D., Grinzi F., Nagata K. I., Yano N., Nagamori S., Ribinder P. A., Morozov S.S., Michurin B.N., Levandyuk A. G., Lykov M. A., Batalyova Sh.B., Musabekov K.B. va boshqalar ilmiy maktablarida faol izlanishlar olib borilgan.

Oʻzbekistonda suvda eruvchan polimerlar, polielektrolitlar yordamida koʻchma qum va tuproqlarga struktura shakllanishi boʻyicha kolloid kimyo sohasida akademik K.S. Axmedov rahbarligidagi maktab tashkil etilgan boʻlib, uning vakillari: E.A. Aripov, F.L. Glekel, S.S. Xamraev, S.N. Aminov, A.A. Agzamxodjaev, U.K. Axmedov, S.A. Zaynutdinov, M. Arazmuratov, Sh.A. Kuldasheva, I.D. Eshmetov, O.K. Beisenbaev, B.N. Nuriev, shuningdek, akademik A.T. Djalilov boshchiligidagi maktab uning vakillari, jumladan B.A. Muxammedgaliyev, SH.D. Shirinov va boshqalar uning rivojiga salmoqli hissa qoʻshdilar.

Shuni taʼkidlash kerakki, bugungi kunga qadar olingan mahsulotning molekulyar ogʻirligini, uning makromolekulasida funktsional guruhlarning tarqalishini va ularning PAA gidroliz jarayonida tuproq dispersiyalarida tuzilish shakllanishiga taʼsirini hisobga oladigan maxsus tashkil etilgan ilmiy va amaliy tadqiqotlar oʻtkazilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bogʻliqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Umumiy va noorganik kimyo institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq A-FA-2019-37 “Qoʻngʻirot soda zavodi chiqindilari asosida yangi avlod reagentlarini yaratish shoʻrlangan tuproq va qum boʻronlarini oldini olish” mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi koʻchma qum va tuproqlar uchun yuqori samarali strukturantlarni olish uchun mahalliy poliakrilamidni gidrolizlash jarayonlarini amalga oshirish va olingan polielektrolitlar xossalari aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

natriy va kaliy gidroksidlari yordamida poliakrilamid gidroliz jarayonlarini oʻrganish;

gidroliz jarayoni sharoitlarini polielektrolitlarning molekular massasiga va ular eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga taʼsirini oʻrganish;

tuproq suspenziyalarida struktura shakllanishini oʻrganish, polielektrolitning turi va konsentratsiyasiga koʻra infiltratsiya kinetikasining oʻzgarishini aniqlash;

polielektrolitlar tabiatini tuproqning fizik xususiyatlari va tarkibidagi azot, fosfor va uglerod miqdorining oʻzgarishiga taʼsirini oʻrganish;

qoʻllaniladigan polielektrolitlar konsentratsiyasi va tabiatiga qarab koʻchma qumlarni qotirish jarayonlarini oʻrganish;

tuproq va koʻchma qumlarda struktura hosil qiluvchi sifatida yaratilgan polielektrolitlarni dala tajriba sinovidan oʻtkazish.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida "Navoiyazot" MChJ ga qarashli poliakrilamid PAA-GS va uning gidrolizlangan maxsulotlari, hamda Qashqadaryo viloyatining ko'chma qum va tuproq namunalari tanlab olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida poliakrilamid gidroliz usullari, gidrolizlangan poliakrilamidlarning fizik-kimyoviy va ko'chma qum va tuproq disperslarida struktura hosil qilish xususiyati hamda ekologik jixatlari tanlab olingan.

Tadqiqotning usullari. Dissertasiya ishida rentgen-fazoviy fizik-kimyoviy usullari, termogravimetrik va differentsial termik, spektral (IQ - YaMR, Raman, rentgen-lyuminescent), termik, elektron mikroskopik, Gel-xromatografik tahlillar, ion-adsorbsion, elektron mikroskop, kolloid-kimyoviy va analizning kalorimetrik, konduktometrik, titrimetrik usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

poliakrilamid gidroliz tezligining eng yuqori qiymatlari 65-70 °C da kuzatilishi polimerning qovushqoqlik xususiyatlariga, shuningdek, gidrolizlovchi gidroksid ionining elektrostatik qaytarilishi uchun manfiy zaryadlangan zarrachalarning past konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlangan;

0,1 va 0,3 M NaCl eritmalarida PAA gidroliz unumi 46 va 48 %, elektrolisiz eritmada 38 % ni tashkil qilishi reaksiyaga kirishuvchi tizimning ion kuchi ortishi bilan PAA gidroliz darajasining ortishi isbotlangan;

gidrolizlovchi kation tabiatining mahsulot unumiga ta'sirini o'rganish past konsentratsiyali ishqor eritmalarida ($\text{MeOH/PAA}=0,5 \leq 1$) $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ = \text{K}^+$ tartibida gidroliz darajasining ortishini, $\text{MeOH/PAA} > 1,2$ qiymatida K^+ o'z ichiga olgan tizimda reaksiya unumi yuqoriligi va OH^- va COO^- ionlarining elektrostatik itarish $\text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+$ tartibda zaiflashishi aniqlangan;

gidroliz haroratining 80 °C gacha ko'tarilishi dastlabki PAA ning molekulyar og'irligining va qovushqoqligining oshishiga olib kelsa, haroratning yanada oshishi bilan (98 °C gacha) namunalar eritmalarining qovushqoqligini nisbatan past qiymatlarida katta kislota soniga erishishda olib kelib, bu makromolekula tarkibidagi -C-C- bog'lari asosiy zanjir bo'ylab uzilishi va oksidlanish sodir bo'lishi bilan bo'g'likligi aniqlangan;

PAA bilan ishlov berishda tuproq suspenziyasi cho'kish jarayonining tezligi o'rtacha 2,5 sm³/min, NPAA70 uchun 3,25 sm³/min qiymatga teng, bu gidrofob namunaga nisbatan gidrolizlangan akrilamidning agregatlash faolligining yuqoriligi isbotlangan;

0,3 % PAA eritmasi bilan tuproqqa ishlov berish makroagregatlarning miqdori kamayishi hisobiga tuproq mezoagregatlarini 35 dan 64,9 % gacha, NPAA70 va KPAA70 eritmalarini qo'llaganda esa mikroagregatlarning kamayishi hisobiga 55,5 va 76,7 % gacha oshishi dastlabki PAA va uning gidrolizlangan shakllarining tuproq zarrachalari agregatlariga ta'siri mexanizmi xar xilligi isbotlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

ko'chma qum va tuproq dispers tizimlarida yuqori strukturaviy xususiyatlarga ega bo'lgan poliakrilamid gidrolizi jarayonining ilmiy asoslari ishlab chiqilgan;

tuproq va qum tizimida struktura hosil qilish uchun polielektrolitlarni qo'llash usuli ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Kimyoviy va fizik-kimyoviy ishlab chiqarish tadqiqotlar natijalari ishlab chiqilgan texnologiyalarni sanoat ishlab chiqarishi sharoitidagi qurilmalarda sinovdan o'tkazilganligi bilan tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati poliakrilamid asosidagi polielektrolitlarni sintez qilish metodologiyasini takomillashtirish, gidrolizlangan poliakrilamidning tuproq zarralari bilan o'zaro ta'sir qilish mexanizmi va qonuniyatlarini o'rnatish bilan asoslanadi, bu esa tuproq va harakatlanuvchi qumlar uchun yangi strukturantlarni yaratish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati mahalliy ishlab chiqarish asosida import o'rnini bosuvchi yuqori samarali tuproq va qumlarda struktura hosil qiluvchi strukturantlar olish texnologiyasini ishlab chiqish, o'quv jarayonida kimyo va kimyo texnologiya yo'nalishi bo'yicha ta'lim muassasalarida magistr va bakalavrlarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Ko'chma qum va tuproqlarda struktura hosil qilish uchun suvda eruvchan polimerlarni yaratish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

ko'chma qum va tuproqlarni mustahkamlash uchun gidrolizlangan polielektrolit asosida strukturantlar olish texnologiyasi "Kimyoviy texnologiyalar" MChJda amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Tabiat resurslari vazirligining 2023 yil 12 apreldagi 03/01-21-244-son ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu strukturant bilan ishlov berish cho'l hududlari ko'chma qum va tuproqlarini uchuvchanligini kamaytirish, shamolga, suvga chidamliligini oshirish orqali ekologik muammoni bartaraf etish imkonini bergan;

ko'chma qumli tuproqlarda mustahkam struktura hosil bo'lishida fitomeliorasiya (o'simlik o'stirish) jarayonini amalga oshirish texnologiyasi Qashqadaryo viloyati Nishon tumanida amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Tabiat resurslari vazirligining 2023 yil 12 apreldagi 03/01-21-244-son ma'lumotnomasi). Natijada, cho'l hududlari ko'chma qumlarining mustahkamlik darajasi oshadi va cho'lga chidamli o'simliklarning zich unishi ta'minlanadi, bu esa ekologik vaziyatni yaxshish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarini aprobatsiyasi. Ushbu tadqiqotning asosiy natijalari 5 ta xalqaro va 7 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi va materiallari bo'yicha jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, shu jumladan 5 ta ilmiy maqola, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan dissertatsiyaning asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya etilgan jurnallarda 2 tasi respublikada va 3 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiya hajmi 104 betdan iborat.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan bo'lib, tadqiqotning maqsad va vazifalari shakllantirilgan, shuningdek O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, sanoat tajriba-sinovlari, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **«Poliakrilamidli polimerlarni tahlil qilish. gidroliz jarayonlari va qo'llanish sohalari»** deb nomlangan birinchi bobida akrilamid polimerlari, ularning olinish usullari va qo'llanilish sohalari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shu bilan birga akrilamid polimerlari gidroliz jarayonlarini tahlil qilish, shuningdek atrof muhitni muhofaza qilish muammosini hal qilish uchun suvda eriydigan akrilamid polimerlarini qo'llashning asosiy yo'nalishlari, suvda eruvchan polimerlardan foydalangan holda dispers tizimlarda struktura hosil bo'lishini tartibga solish muammolari bayon etilgan.

Adabiyotlar tahlili mazkur ishning maqsadi va vazifalarini shakllantirish imkonini beradi. Dissertatsiyaning **«Mahalliy PAA va uning asosidagi polielektrolitlarning qusisuyatlarini u'rganish usullari»** deb nomlangan ikkinchi bobida ishning uslubiy qismi yoritilgan. Mahalliy ishlab chiqarilgan PAA namunalari ko'chma qum va tuproq strukturantlarini yaratish uchun tadqiqot ob'ekti sifatida tanlab olingan. Shuningdek solishtirish uchun molekulyar og'irligi $2,0 \cdot 10^6$ bo'lgan import poliakrilamid IPAA (Sigma Aldrich) namunasi ishlatilgan.

Polimer va uning gidroliz mahsuloti eritmalarini kislota soni (KS) teskari titrlash usuli bilan (GOST 8728-88), polimerlardagi azot miqdori umumiy qabul qilingan Keldal usuli bilan aniqlandi.

Polimer namunalari eritmalarining dinamik, kinematik, nisbiy va solishtirma qovushqoqligi (η_{nis}) Ubbelode viskozimetri yordamida konsentratsiyaga bog'liq holda 25 °C haroratda aniqlandi. Buning uchun suv yoki 0,1 N KCl eritmasi bilan suyultirish orqali turli konsentratsiyali (0,50-0,01 g/100 ml) eritmalar tayyorlanadi.

Polimer eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi S230 markali konduktometr yordamida aniqlandi. Eritmalarning optik zichligi skanerlash spektrofotometrda 190-700 nm diapazonida UV/V-5100 spektrofotometri (Shanghai Metash Instruments Co.) yordamida aniqlangan.

Gel-xromatografik tahlil (TSK GM PWXL, Germaniya) Agilent 1260 Infinity refraktometrik detektoriga ega suyuqlik xromatografida (AQSh) xromatografik ustun yordamida amalga oshirildi.

Tuproq tarkibidagi azot (ammoniy azot Nessler reaktivi bilan kolorimetrik usul bilan, disulfafenol kislota bilan nitratlar, Kornfeld usuli bilan ishqorli ekstraktidagi engil gidrolizlovchi birikmalardagi azot) va fosfor (Chirikov usuli bilan) miqdorlari aniqlandi.

Dissertatsiyaning **«Poliakrilamid ishqorli gidrolizi sharoitlarining reaksiya mahsulotlari xususiyatlariga ta'sirini o'rganish»** deb nomlangan uchinchi bobida poliakrilamid gidrolizi jarayoni sharoitlarining (harorat,

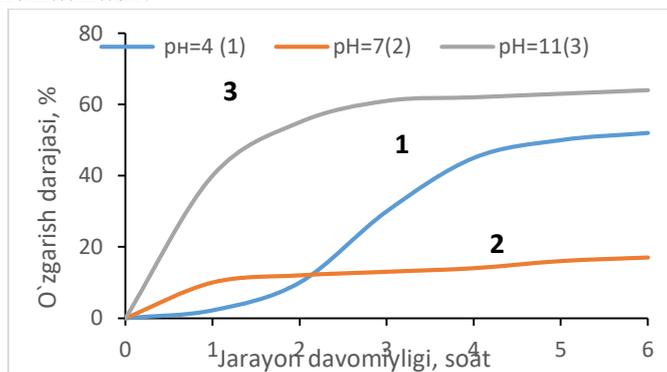
eritmaning ion kuchi, gidrolizlovchi reagent tabiati) poliakrilamidning gidrolizlangan shakllari qovushqoqligi, strukturaviy xususiyatlari, molekulyar massasi va ular eritmalarining elektr o'tkazuvchanligiga ta'sirini baholash bo'yicha eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan.

Gidroliz jarayonlari 300 ml hajmdagi to'rt og'izli kolbada olib borildi. Buning uchun 100 ml distillangan suv bo'lgan kolbaga 5 g PAA solindi. Hosil bo'lgan aralashma 35-40 °C ga qizdirildi va belgilangan haroratga etgandan so'ng PAA bilan 1:0,5 dan 1:1,5 gacha molyar nisbatda gidroksid (1,4-4,2 g NaOH; 2,0-6,0 g KOH) qo'shildi. Aralashma doimiy aralastirib turish orqali termostatda 1-6 soat davomida saqlanadi. 50 dan 98 °C gacha bo'lgan haroratning gidroliz jarayoniga ta'siri o'rganildi.

Gidroliz jarayoni kinetikasini o'rganish gidroliz reaksiyasining eng yuqori tezligi $\text{pH} \geq 11$ qiymatlarida, neytral va ozgina ishqoriy muhitda esa eng past ko'rsatkichlarda kuzatilishini ko'rsatdi. Kislotali muhitda, gidroliz jarayonining boshlang'ich paytida reaksiya tezligi pastligi kuzatilishi mumkin, ammo 60 °C da o'zaro ta'sirning dastlabki 1 soatidan keyin reaksiya tezligining keskin o'sishi kuzatilishini 1-rasmdan ko'rishimiz mumkin.

Kinetik egri chiziqlarga ko'ra pH qiymatlarining ortishi reaksiya tezligiga ijobiy ta'sir qiladi degan xulosaga kelish mumkin. Biroq, 2 soatlik o'zaro ta'sirdan so'ng, neytral muhitda poliakrilamidning konversiya darajasi amalda deyarli o'zgarmaydi, kislotali muhitda esa teskari hodisa kuzatiladi.

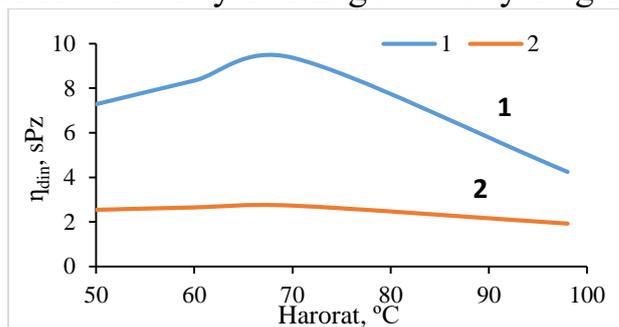
$\text{pH}=4$ da kinetik egri chiziqlar 2 soatlik jarayondan so'ng gidroliz reaksiyasining o'z-o'zidan tezlashishini ko'rsatadi. Shu bilan birga, reaksiya jarayonida pH ning o'zgarishini o'rganish shuni ko'rsatadiki, bu tizim uchun pH ning ortishi, kuchli ishqoriy muhit uchun esa, aksincha, pH ning pasayishi kuzatiladi.



1-rasm. Turli xil pH qiymatlarida 60°C da NaOH eritmasi bilan PAA ning gidrolizlanish kinetikasi.

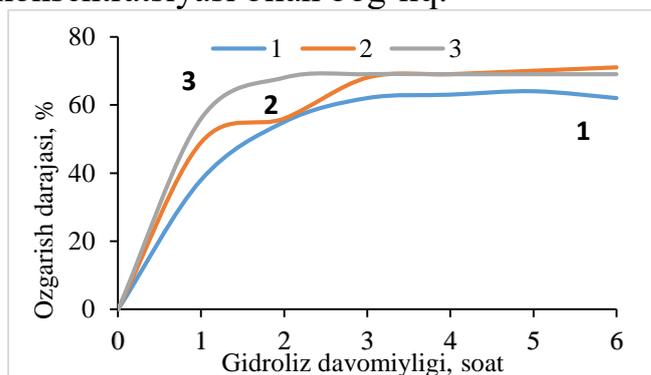
Karboksilat guruhlarining to'liq dissotsiatsiyasi natijasida qo'shni guruhlarning sterik ta'sirining pasayishi tu'fayli pH qiymati 11 dan yuqori bo'lgan sharoitda yuqori unumdorlik qiymatlari namayon bu'ladi. Gidrolizlovchi vositaning bunday miqdori ta'sirida PAA eruvchanligining ortishini ta'kidlash lozim. Polimerlarni olinish haroratining o'zgarishiga (PAA gidroliziga) bog'liq holda ularning dinamik qovushqoqligining o'zgarishini o'rganish natijalari 2-rasmda keltirilgan. Gidrolizlangan PAA 0,1 g/l eritmasining dinamik qovushqoqligi (η_{din}) gidroliz harorati 50 dan 60 °C gacha ko'tarilishi bilan 7,28 dan 8,34 sPz gacha ortadi. Haroratning yana 10 °C ga ko'tarilishi 9,3632 sPz qiymatiga

olib keladi. Biroq, gidroliz haroratining yanada ortishi hosil bo'lgan makromolekulyarlarning molekulyar og'irligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.



2-rasm. Polimer eritmalarining qovushqoqligini ularning olinish haroratiga ko'ra o'zgarishi. Jarayonning davomiyligi 2 soat, polimer eritmalarining konsentratsiyasi, g/l: 1) 0,1; 2) 0,025.

Diagrammaning egri chiziqlaridan (3-rasmda) ko'rinib turibdiki, dastlabki 1-coat ichida 60, 70 va 98 °C haroratlarda o'rtacha reaksiya tezligi mos ravishda 0,188; 0,230 va 0,155 mol/l*soat ga teng. Keyin tezlikning keskin pasayishi kuzatiladi va uning qiymati taxminan 0,081; 0,047 va 0,033 mol/l*soatni tashkil etadi. Eng yuqori tezlik qiymatlari 70 °C da kuzatiladi. Haroratni yanada 10 °C ga ko'tarilishi birinchi bosqich va undan keyingi bosqichlarning tezligini pasaytiradi. 1 soatlik o'zaro ta'sirdan keyin 70 °C dan past haroratlarda eng yuqori tezlik ko'rsatkichlari kuzatiladi. Ehtimol, bu haroratda nisbatan yuqori tezlikni saqlanishi polimerning o'ziga xos qovushqoqligi va gidrolizlovchi gidroksil ionini elektrostatik qaytarish uchun manfiy zaryadlangan zarrachalarning past konsentratsiyasi bilan bog'liq.



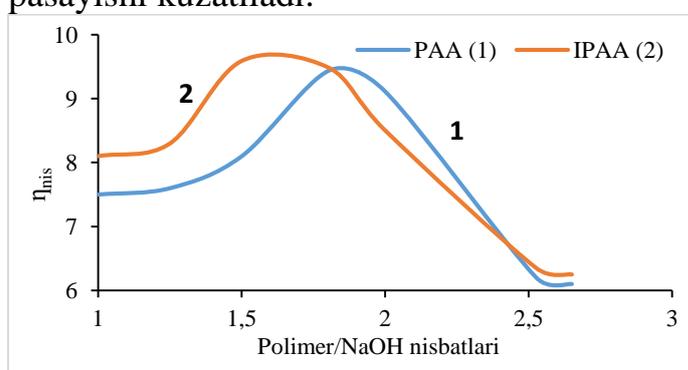
3-rasm. Turli haroratda NaOH eritmasi ta'sirida PAA gidroliz kinetikasi, °C: 1) 60; 2) 70; 3) 98.

IPAA gidrolizining eritma ion kuchiga bog'likligi u'rganish aralashmada NaCl ning mavjudligi dastlabki daqiqada gidroliz reaksiyasi tezligiga ta'sir qilmasligini, ammo makromolekulalarning konversiya darajasining ortishi bilan elektrolitning ta'siri sezilarli bo'lishini isbotladi. 0,1 va 0,3 M NaCl konsentratsiyali eritmalar uchun gidrolizlangan mahsulotning unumi 46 va 48 % ni tashkil qiladi. Elektrolitsiz eritma uchun bu qiymat 38 % ligi reaksiyaga kirishuvchi tizim ion kuchining ortishi bilan PAA gidrolizining ortishini ko'rsatadi.

Tarkibida ammoniy sulfat bo'lgan PAA tizimi, elektrolitlar ta'siridagiga deyarli o'xshashdir. Biroq, bu tizimda unumdorlik darajasi ancha past bo'ladi. Bu ehtimol, aralashmadagi ammoniy sulfat uchun gidrolizlovchi vositaning asosiy miqdorini sarflanishiga bog'liqdir. Shuning uchun gidroliz jarayoni kinetikasi aralashmadagi ammoniy sulfat miqdoriga ko'ra o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ammoniy birikmasi konsentratsiyasining ortishi gidrolizlangan polimer unumini kamaytiradi, chunki ishqorning bir qismi past molekulyar og'irlikdagi elektrolitning gidroliziga sarflanadi. Shuning uchun jarayonning

yuqori unumdorligiga erishish uchun ammiak usulida olingan PAA namunalari uchun ishqor sarfini oshirish kerak.

NaOH/PAA nisbatining 1 dan 1,2 gacha ortishi IPAA eritmalarini nisbiy qovushqoqligini ortirishini ko'rishimiz mumkin (4-rasm). Ehtimol, bunday sharoitda ishqorning karboksil guruhi miqdoriga nisbati tizimda struktura hosil bo'lishi uchun yuqori konsentratsiyalarga yetadi. Bog'lanishlar sababli polimer eritmalarining yuqori qovushqoqligi kuzatiladi. Shu bilan birga, o'rganilayotgan PAA namunalari eritmalarini uchun o'xshash qovushqoqlik qiymatlariga NaOH/PAA nisbati 1,6 va undan yuqori bo'lganda erishiladi. Ehtimol, ishqorning ma'lum miqdori ammoniy sulfat uchun sarflanadi. Ishqor miqdorining haddan tashqari ko'payishi eritma ion kuchining ortishiga olib keladi, bu tizimdagi strukturani shakllantirishda ishtirok etuvchi funktsional guruhlar atrofida elektr qo'sh qavatning qalinligini o'zgartiradi. Shuning uchun tizim qovushqoqligining pasayishi kuzatiladi.



4-rasm. Hidrolizlangan poliakrilamid 0,1% eritmasining nisbiy qovushqoqligini reagentlar miqdoriy nisbatiga bog'liqligi.

Gidrolizlovchi kation tabiatining mahsulot unumiga ta'sirini o'rganish shuni ko'rsatdiki, ishqor konsentratsiyasi past bo'lganda, ya'ni MeOH/PAA 0,5 dan 1 gacha bo'lganda $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ = \text{K}^+$ tartibida gidroliz darajasining ortishi kuzatiladi, ya'ni past nisbatlarda natriy va kaliy gidroksidi yordamida PAA gidrolizining kinetikasi va unumidagi farqlar kuzatilmaydi. NaOH/PAA nisbatining 1,2 dan ortishi K^+ o'z ichiga olgan tizimda reaksiya numdorligi ancha yuqori ekanligini ko'rsatadi. Olingan ma'lumotlardan xulosa qilishimiz mumkinki, OH^- va COO^- ionlarining elektrostatik qaytarilishi $\text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+$ tartibda zaiflashadi.

Poliakrilamidning gidrolizi jarayonlarini o'rganish vaqtida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, jarayonning harorati taxminan 65-70 °C darajasida 3 soat davomida saqlanishi kerak. Shu bilan birga, eritmaning pH qiymati jarayon tezligi va unumiga ta'sir qiladi. pH qiymati 11 dan yuqorida ishqoriy gidroliz jarayoni 1 soatdan ko'proq vaqt davom etganda unum 55 % dan yuqori bo'ladi, pH qiymati 7 ga teng bo'lgan muhitda 60 °C da esa 13 % ni tashkil etadi. Reaksiyaga kirishuvchi NaOH/PAA aralashmasining nisbati 1 dan 1,6-1,8 gacha ortishi olingan suvda eriydigan PAA polimeri eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlarining ortishiga olib keladi, bu esa struktura hosil qiluvchi funktsional guruhlar ulushining ortishi va poliakrilamid namunalarning molekulyar og'irligi ortishiga bog'liq.

Ma'lumki, polimer eritmalarida intensiv tarzda struktura hosil bo'lishi konsentratsiya ma'lum darajaga ko'tarilganda sodir bo'ladi, ya'ni makromolekulalar bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashuvi va assotsiatsiyalar yoki

fazoviy koagulyatsion tarmoq hosil qilganda sodir bo‘ladi. Polimerlarda ushbu tarmoqli strukturaning hosil bo‘lishi suyuqlik oqimiga kuchli qarshilik ko‘rsatadi, bu muhit qovushqoqligining ortishida aks etadi (1 va 2-jadvallar).

Ko‘rinib turibdiki, barcha konsentratsiyalarda natriyli eritmalarning solishtirma qovushqoqligi kaliyli eritmalarnikiga nisbatan kattaroqdir. Qovushqoqlik qiymatlaridagi farqlar ko‘proq konsentrlangan eritmalarda seziladi, chunki konsentratsiyaning ortishi polimerlar makromolekulalari o‘rtasida ko‘proq bog‘larning paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

1-jadval.

NaOH bilan gidroliz jarayoni sharoitlarining polimer eritmalari xususiyatlariga ta’siri (gidroliz davomiyligi 3 soat)

| C, g/l | NPAA50 | | NPAA70 | | NPAA98 | |
|--------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | η_{sol} | pH | η_{sol} | pH | η_{sol} | pH |
| Suv | - | 6,2 | - | 6,2 | - | 6,2 |
| 0,010 | 0,70 | 9,8 | 1,75 | 9,5 | 1,41 | 10,7 |
| 0,025 | 4,78 | 10,0 | 2,43 | 10,1 | 1,89 | 11,2 |
| 0,050 | 3,73 | 10,2 | 3,61 | 10,4 | 2,67 | 11,4 |
| 0,100 | 8,85 | 10,9 | 10,6 | 10,7 | 4,04 | 11,8 |
| 0,250 | 19,57 | 11,4 | 23,3 | 11,1 | 8,77 | 12,2 |
| 0,500 | 26,34 | 12,1 | 38,89 | 11,8 | 18,32 | 12,4 |

2-jadval.

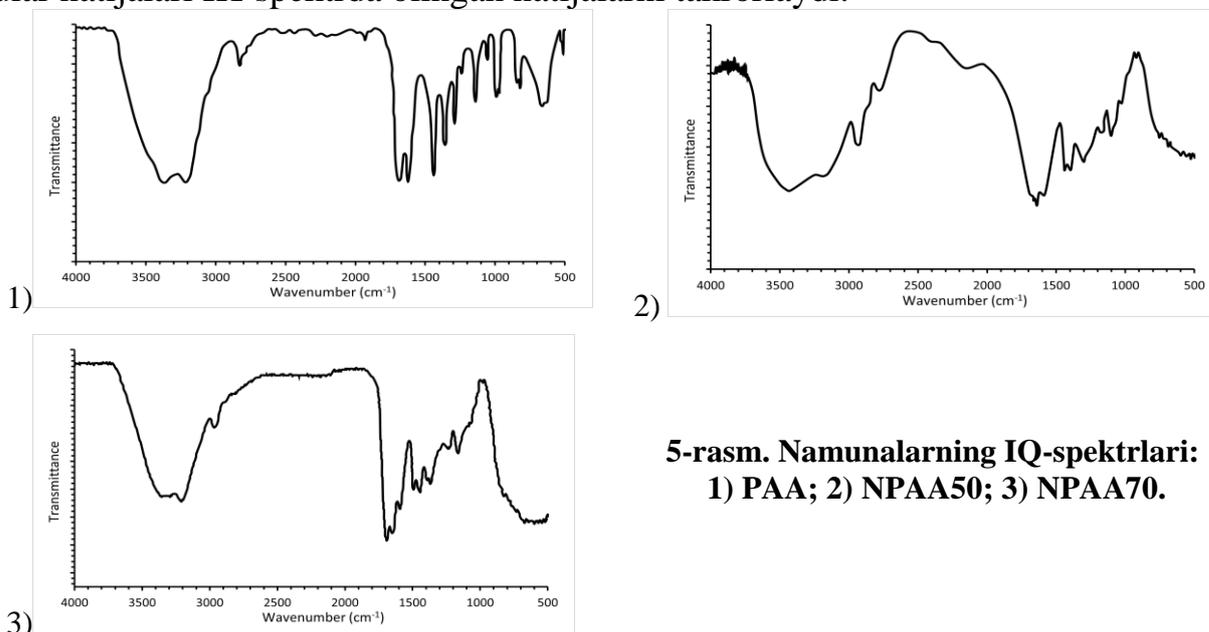
KOH bilan gidroliz jarayoni sharoitlarining polimer eritmalari xususiyatlariga ta’siri (gidroliz davomiyligi 3 soat)

| C, g/l | KPAA50 | | KPAA70 | | KPAA98 | |
|--------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | η_{sol} | pH | η_{sol} | pH | η_{sol} | pH |
| Suv | - | 6,2 | - | 6,2 | - | 6,2 |
| 0,010 | 0,68 | 9,9 | 1,11 | 9,5 | 0,97 | 10,8 |
| 0,025 | 1,91 | 10,5 | 1,98 | 10,3 | 1,19 | 11,7 |
| 0,050 | 3,22 | 10,8 | 3,34 | 10,8 | 2,23 | 11,9 |
| 0,100 | 6,65 | 11,2 | 9,16 | 11,0 | 3,81 | 12,2 |
| 0,250 | 14,67 | 11,9 | 18,33 | 11,6 | 7,67 | 12,5 |
| 0,500 | 21,23 | 12,4 | 31,91 | 12,3 | 19,13 | 12,9 |

Dastlabki PAA va uning turli haroratlarda gidrolizlangan mahsulotlarini ularning IQ-spektrlaridan o‘ziga xos yutilish chuqqilari intensivligi va ularning joylashuvi bilan farq qilishini ko‘rish mumkin. Barcha gidrolizlangan mahsulotlar uchun $1710-1690\text{ cm}^{-1}$ sohaga bo‘lgan cho‘qqilar xosdir (dastlabki PAA uchun $1590-1630\text{ cm}^{-1}$ da, amid guruhiga xos bo‘lgan chiziq kuzatiladi), bu erkin karboksil guruhining $-C=O$ bog‘lari hosil bo‘lishi, gidroliz jarayonida amid guruhini o‘zgarishini ko‘rsatadi. Ma’lum bo‘lishicha, ushbu yutilish chiziqlarining intensivligi barcha gidrolizlangan mahsulotlar uchun deyarli bir xil. Bundan tashqari, boshqa chastotalar, ya’ni gidroksil va birlamchi amin guruhining valent tebranishlari sohasidagi chastotalar intensivligida o‘zgarish kuzatiladi. PAA ning IQ-spektrida $3500-3300\text{ cm}^{-1}$ chastotada ikkita tor cho‘qqi kuzatiladi, bu birlamchi amino guruhi ($C-NH_2$) mavjudligini ko‘rsatadi. Gidrolizlangan mahsulotlarning IQ-spektrlari bu cho‘qqilarning o‘zgarishlarni ko‘rsatadi. Shakl o‘zgaradi, cho‘qqi kengligi ortgan va kattaroq burchakka ($3500-3000\text{ cm}^{-1}$) siljigan, bu gidroksil

bog'lariga hosdir. Keng tarmoqli cho'qqining hosil bo'lishi birlamchi amin guruhining to'liq yo'q bo'lib ketishiga bog'liq emas.

Shu bilan birga, natriy va kaliy gidroksidlari yordamida gidrolizlangan namunalarning IQ-spektrlarida sezilarli farqlar kuzatilmagan. Bundan tashqari polielektrolitlar strukturasiidagi farqni isbotlash uchun Raman spektrlari olingan va ular natijalari IK-spektrda olingan natijalarni takrorlaydi.



5-rasm. Namunalarning IQ-spektrlari:
1) PAA; 2) NPAA50; 3) NPAA70.

Birinchi usulga ko'ra, keltirilgan qovushqoqlikning (η_{nis}/S) konsentratsiyaga bog'liqligidan $[\eta]$ qovushqoqlik qiymatlari topilgan. Mark-Kun-Hauving tenglamasi bo'yicha xarakteristik qovushqoqlik, K va α qiymatlari asosida polielektrolitlarning nisbiy molekulyar og'irliklari hisoblab chiqilgan va 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

PAA va uning gidroliz mahsulotlarining molekulyar massa qiymatlari

| Namuna | PAA | NPAA50 | NPAA60 | NPAA70 | NPAA98 |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Molekulyar massa | $6,85 \cdot 10^5$ | $14,9 \cdot 10^5$ | $17,1 \cdot 10^5$ | $18,1 \cdot 10^5$ | $1,59 \cdot 10^5$ |

- gidroliz jarayonining davomiyligi 3 soat.

Dastlabki poliakrilamid namunasi uchun nisbiy molekulyar og'irligi taxminan 685000 g/mol qiymatiga ega. 50 dan 80 °C gacha bo'lgan haroratda gidrolizlash molekulyar og'irlikning ortishini ta'minlaydi va haroratni yanada oshirish aksincha, gidrolizlangan PAA massasini kamaytiradi. Ehtimol, yuqori haroratlarda (98 °C) -C-C- bog'lar uziladi va oksidlanish sodir bo'ladi. Shu sababli, bu namunalar eritmalarining qovushqoqligining nisbatan past qiymatlarida katta kislota soni bilan tavsiflanadi.

4-jadval.

PAA va uning gidroliz mahsulotlari molekulyar massalari*

| Namuna | KPAA50 | KPAA60 | KPAA70 | KPAA98 |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Molekulyar massa | $10,8 \cdot 10^5$ | $15,2 \cdot 10^5$ | $15,7 \cdot 10^5$ | $1,48 \cdot 10^5$ |

*- gidroliz jarayonining davomiyligi 3 soat.

Viskometrik usullar asosida olingan ma'lumotlar xromatografik usulda olingan natijalar bilan tekshirildi. Buning natijasida PAA polimer va oligomerik akrilamidlar aralashmasidan iborat. PAA ning molekulyar og'irligi $7,9 \cdot 10^5$ ni

tashkil qiladi, ammo tizimda 2500 va 1600 g/mol og'irlikdagi oligomerlar taxminan 25 % mol miqdorida mavjud bo'ladi. Oligomer mahsulotlarning miqdori taxminan bir xil. Hidrolizlangan NPAA50 namunasi yuqori molekulyar og'irlikka $16,1 \cdot 10^5$ ega ekanligi bilan xarakterlanadi. Biroq, bu namuna yuqori polidispersligi bilan tavsiflanadi.

Polimer mahsulotining ulushi 40 % ga ko'tarilganiga qaramay, tizimda hali ham oligomerlar (2400, 1600, 5100) mavjud bo'ladi. Hidroliz haroratining yana 5-8 °C ga ko'tarilishi polimerning molekulyar og'irligi ($18,2 \cdot 10^5$ kDa) va polidisperslikning biroz ortishiga olib keladi hamda polimer ulushining 70 % gacha ortishi kuzatiladi.

Jarayonni 70 °C haroratda olib borish poliakrilamidning molekulyar og'irligini $20,1 \cdot 10^5$ gacha oshiradi. Shu bilan birga, polimerda taxminan 25 % miqdorida oligomer ham mavjud. Haroratning yanada ortishi namunaning molekulyar og'irligini pasaytiradi va NPAA98 tizimida faqat $2,1 \cdot 10^5$ va 2800 g/mol fraksiyalari mos ravishda 87 va 13 % miqdorida ekanligi aniqlanadi.

Dissertatsiyaning «**Gidrolizlangan poliakrilamidlarning tuproq va qum strukturasi ta'sirini o'rganish**» deb nomlangan to'rtinchi bobida tuproq tizimida sun'iy strukturaning hosil qilish bo'yicha o'rganilgan natijalar va ularning tahlillari keltirilgan. Tuproq agregatlari uning xususiyatlarini belgilovchi strukturaviy kattalik hisoblanadi. Ushbu agregatlarning soni, ularning o'lchami bo'yicha joylashishi va taqsimlanishi ushbu tizimning g'ovakligini belgilaydi. G'ovakli struktura tuproqning o'tkazuvchanligiga, undagi infiltratsiya jarayonlariga ta'sir qiladi. Ushbu xususiyat mikrofloraning faolligiga, tuproqni ozuqa moddalari bilan ta'minlashga ham ta'sir qiladi. Tuproq va qum tizimida strukturaning shakllanishi namlikni nazorat qilish uchun muhim parametrdir.

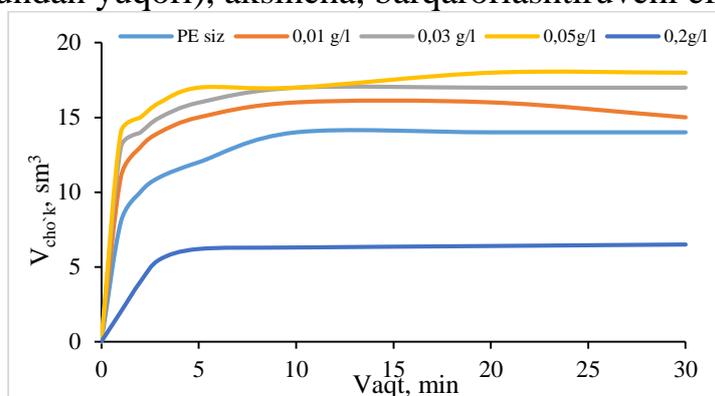
Ma'lumki, strukturaning hosil bo'lish jarayoniga dispers tizimning mexanik, kimyoviy va mineralogik tarkibi ta'sir qiladi. Tadqiqot ob'yekti sifatida Qashqadaryo viloyati Nishon tumani tuproq namunalari tanlandi. Bu tuproq namunalari tipik serozemlardir. Ular tabiiyatan gumusning miqdori kamligi bilan ajralib turadi. Bu yerda, shunday tuproq tipiga ega bo'lgan hududlarda, asosan paxta yetishtirish masalasi ko'rib chiqiladi. Tadqiqotlarda 1-2 mkm o'lchamdagi namunalar asosida tayyorlangan 10 % tuproq suspenziyalari qo'llanilgan (6-пачм).

Polimerlar konsentratsiyasiga ko'ra cho'kma miqdorining hajmini o'rganish sintez qilingan polielektrolitlarning cho'kish kinetikasiga turli xil ta'sir ko'rsatdi. Cho'kish vaqti va PE konsentratsiyasiga ko'ra tuproq suspenziyasida $V_{cho'k}$ qiymati o'zgarishi dastlabki momentida (10 daqiqagacha) cho'kmaning intensiv ajralishini ko'rsatadi, keyin esa cho'kish jarayonining barqarorlashuvi kuzatiladi va cho'kma hajmi kam o'zgaradi. Ma'lum bo'lishicha, suspenziyadagi polielektrolitlarning past konsentratsiyasida PAA ning kaliyli mahsulotlari uchun koagulyatsion ta'sir ko'proq bo'ladi. Na^+ bilan PE konsentratsiyasining ortishi koagulyatsiyaga olib kelmaydi, aksincha, tuproq suspenziyalariga barqarorlashtiruvchi sifatida ta'sir ko'rsatadi. NPAA70 ning barqarorlashtiruvchi ta'siri 0,1% konsentratsiyasida namoyon bo'ladi.

Polimer bilan ishlov berilmagan suspenziya koagulyatsion cho'kma hosil

bo'lishining tezligi pastligi bilan tavsiflanadi. Bunday qonuniyat struktura hosil qilmagan tuproq mayda zarrachalari sekinroq cho'kishi va yaxshi zichlanishi bilan bog'liq. Shuning uchun, dastlabki daqiqada $V_{cho'k}$, ishlov berilmagan tuproq suspenziyasidan ko'ra ishlov berilgan PE da kamroq (6-rasm).

Cho'kma hajmining tuproq suspenziyasining cho'kish davomiyligiga bog'liqlik egri chiziqlari ishlov berilmagan suspenziya uchun 14 sm^3 ga nisbatan PE konsentratsiyaning $0,05 \text{ g/l}$ gacha ortishi cho'kma hajmining 18 sm^3 gacha o'sishini ko'rsatadi. Bunda $0,10-0,5 \text{ g/l}$ konsentratsiyada ushbu polielektrolit ta'sirida $V_{cho'k}$ qiymati biroz kamayadi. Shu bilan birga, barcha o'rganilgan konsentratsiyalar uchun cho'kma hajmining kamayishi kuzatiladi, ular koagulyantlar sifatida zichroq joylashadigan ixcham koagulyatsion tuzilmalarning shakllanishiga yordam beradi, bu esa tuproq suspenziyalarida $V_{cho'k}$ qiymatining pasayishiga olib keladi. Shu bilan birga, konsentratsiyaning ortishi ($0,2 \%$ yoki undan yuqori), aksincha, barqarorlashtiruvchi effektini beradi.



6-rasm. NPAA70 bilan ishlov berilgan 10 % li tuproq suspenziyasidagi qattiq moddalar cho'kish jarayonining kinetikasi.

NPAA98 bo'lgan tizimda konsentratsiyaga bog'liq holda, y uchun egri chiziqning qiymati 15 minutdan keyin cho'kish maksimal qiymatga yetadi va keyinchalik cho'kma hajmining pasayishi kuzatilishi mumkin. Bu polielektrolitning, past haroratlarda olingan namunalaridan farqli o'laroq, karboksil va amid guruhlari bilan birga ko'p miqdorda karboksilat guruhlari o'z ichiga olgan. Taxmin qilish mumkinki, ushbu namunaning makromolekulalari asosiy zanjir bo'ylab yuqori zaryad zichligi tufayli ko'proq tarqalgan holatda bo'ladi, shuning uchun ular tuproq zarralari bilan yaxshi o'zaro ta'sirlashadi va $0,01-0,02 \text{ g/l}$ da ancha kattaroq agregatlar hosil qiladi, hamda konsentratsiyaning $0,5-1,0 \text{ g/l}$ oralig'ida ortishi bilan stabilizatsiya jarayoni boshlanadi.

Kaliy va natriyli PE ta'sirini bir xil konsentratsiyalarda taqqoslash, konsentratsiyaning ortishi bilan barqarorlashtirish ta'siri natriyli PAA da yuqoriligi kuzatiladi va past konsentratsiyalarda koagulyatsion ta'sir aksincha kaliyli shaklda yuqori ekanligi aniqlangan. Shunday qilib, tuproq dispersining agregatlanish xususiyatlariga ko'ra, eng yuqori faollik KPAA namunalarida kuzatilgan. PEning past konsentratsiyalarda namoyon bo'ladigan tuproq suspenziyalarida agregatlanish qobiliyati zarrachalar orasidagi fibrillardan tashkil topgan yagona polimer "ko'priklar" ning shakllanishiga bog'liq. Tuproq suspenziyalarida PE konsentratsiyasining ortishi bilan polimer "ko'priklar" sonining ko'payishi tufayli makroagregatlarning hosil bo'lish jarayoni kuchayadi, natijada polimer va qattiq zarrachalarning alohida bog'lanmagan yirik agregatlarini shakllantirishga yordam beradi.

Tuproq suspenziyasini dastlabki PAA yordamida ishlov berish PE ni 0,08-0,1 g/l miqdorda sarf qilinganda o'xshash koagulyatsiya natijalarini ko'rsatadi, ammo cho'kish jarayonining davomiyligi ancha uzoq vaqtni talab qiladi. Cho'kish jarayonining tezligi dastlabki 5 daqiqada o'rtacha 2,5 sm³/min, NPAA70 uchun esa 3,25 sm³/minga teng, bu gidrofob namunaga nisbatan gidrolizlangan akrilamidning agreglash faolligi yuqoriligini ko'rsatadi. Shuning uchun, gidrolizlangan PAA bilan aniqrog'i NPAA70 va KPAA70 bilan ishlov berilgan tuproqlar tizimida struktura ko'proq hosil bo'lishini kuzatish mumkin.

Polimer eritmali bilan ishlov berish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari o'rganilayotgan konsentratsiyalarda tuproqning strukturasi uning fizik xususiyatlarini sezilarli o'zgarishiga olib kelishini ko'rsatdi. Yuqori qismida, 0,4 % massa ulushiga ega bo'lgan dastlabki poliakrilamid, NPAA va KPAA eritmasidan foydalanganda, agronomik ahamiyatga ega bo'lgan fraktsiyalar (0,25-10 mm) ulushining ortishi va changsimon fraktsiyalar ulushining kamayishi kuzatilgan, bu ayniqsa KPAA polimer namunalaridan foydalanganda sezilarli darajada o'zgargan. Shuni ta'kidlash kerakki, polimerlar konsentratsiyasini va ular eritmali sarfini oshirish bilan ular agregatlanishi tufayli changlanuvchi fraktsiyalarini muntazam ravishda kamayishi kuzatildi (5-jadval). Agregat tarkibini aniqlash maqsadida tadqiqotlar GOST R ISO 11464-2011 talablariga muvofiq amalga oshirildi.

5-jadval.

Ishlov berilgan tuproq sirt qatlamining strukturaviy tarkibidagi o'zgarishlar (quruq elash)*

| Namuna | C, % | Fraktsion tarkib (mm), % | | | K _s ** |
|--------|------|--------------------------|---------|-------|-------------------|
| | | ≥10 | 0,25<10 | ≤0,25 | |
| Suv | - | 22,1 | 35,0 | 42,9 | 0,54 |
| PAA | 0,3 | 21,9 | 64,9 | 13,2 | 1,85 |
| | 0,6 | 45,3 | 47,1 | 7,6 | 0,89 |
| NPAA70 | 0,3 | 13,4 | 55,5 | 31,1 | 1,24 |
| | 0,6 | 10,8 | 62,6 | 26,6 | 1,67 |
| KPAA70 | 0,3 | 18,8 | 76,7 | 4,5 | 3,29 |
| | 0,6 | 15,6 | 81,3 | 3,1 | 4,34 |
| NPAA98 | 0,3 | 9,8 | 55,1 | 37,1 | 1,17 |
| | 0,6 | 8,5 | 61,3 | 30,2 | 1,58 |
| KPAA98 | 0,3 | 10,9 | 67,7 | 21,4 | 2,09 |
| | 0,6 | 14,8 | 65,1 | 20,1 | 1,86 |

*-eritmalar sarfi 200 kg/Ga; **-strukturaviylik koeffitsienti.

Dastlabki ishlov berilmagan tuproq strukturaviy holatining qoniqarsiz baholanishi bilan tavsiflanadi, chunki mezoagregatlarning miqdori quruq elashda taxminan 35 % (20-40%) ni tashkil qiladi. PAA ning dastlabki namunasining 0,3 % eritmasi bilan ishlov berish changsimon fraktsiyaning sezilarli darajada kamayishi tufayli mezoagregatlarning ulushini 64,9 % gacha oshiradi. PAA eritmasi konsentratsiyasini 0,6 % ga oshirish tuproq zarralari agregatlanishini oshiradi va shu bilan birga makroagregatlar ulushini oshiradi va agronomik ahamiyatga ega mezoagregatlarni kamaytiradi. Aksincha, PAA gidrolizlangan - NPAA70 va KPAA70 eritmali konsentratsiyasining 0,3 dan 0,6 % gacha oshirish bilan 0,25-10 mm li fraktsiyalar ulushining ortishi qayd etilgan. Tuproq KPAA eritmali bilan ishlov berishdan keyin baholashga ko'ra, juda yaxshi

struktura holatini kuzatish mumkin va NPAA yaxshi agregat holatiga ega bo'lgan tuproq sifatida baholanishi mumkin. Shunga ko'ra, ushbu polimerlar bilan ishlov berilganda, tuproqning strukturaviy koeffitsienti 0,54 dan 1,67 va 4,34 gacha ortadi. NPAA70 dan foydalanilganda strukturaviy koeffitsientning past qiymatlari ushbu strukturantlarning chang zarralariga kam ta'sir qilishi va tuproq tizimida koagulyatsion strukturani yaratishda KPAA70 dan past xususiyatiga bog'liq.

K_s qiymatlariga ko'ra, 98°C haroratda olingan polielektrolit namunalari 70 °C da olingan namunalardan keyin ya xshi xarakteristikalarini bo'yicha baholanishi mumkin. Biroq, bir necha ketma-ket sug'orish jarayonlaridan so'ng tizimli baholash ushbu agregatlarning parchalanishi ya'ni, bu birinchi navbatda o'zaro bog'lovchi agentlarining erishi tufayli koagulyatsion tuzilmalarning yo'q qilinishi oqibatida sodir bo'ladi. Past haroratlarda olingan namunalar bo'lsa agregatlangan zarralar va sirt qobig'i saqlanib qoladi, hatto mexanik buzilganda ham keyingi sug'orish yoki yomg'ir jarayonida qayta tiklanishi mumkin.

NPAA98 va KPAA98 bilan ishlov berilgan tuproq strukturaviy koeffitsientining kattaroq qiymatiga qaramay, boshqa o'rganilgan namunalarga nisbatan uning suvga chidamlilik koeffitsientining pastligi aniqlandi. Shuning uchun, 98 °C da olingan PE ning boshqa namunalarga nisbatan yuqori eruvchanligi haqidagi oldingi taxminlarni tasdiqlash mumkin va birinchisi tuproq zarralarida adsorbsiyalangan uch o'lchovli erimaydigan tarmoq strukturasi hosil qila olmaydi. Shuningdek, polimer eritmalarini bilan ishlov berish natijasida tuproq fizik xususiyatlarining ortishi qishloq xo'jaligi ekinlarining tuproq namligi zahiralardan unumli foydalanishiga xizmat qilishi aniqlandi. PE-NPAA va KPAA yordamida tuproqqa ishlov berish mikroelementlarning ya'ni azot va fosfor saqlanishini sezilarli darajada oshiradi. Tuproq zarralari bilan bog'liqligi va foydalana olishi sababli o'simliklar ushbu elementlar bilan yaxshiroq ta'minlandi (6-jadval).

Tajribalarning barcha usullarida vegetatsiya davrining oxiriga kelib mineral shakldagi azot miqdori sezilarli darajada kamaydi, ammo KPAA yordamida struktura hosil qilingan usullarida uning yo'qotish hajmi 200 kg/Ga (0,5-1,0 %), polimer NPAA va dastlabki PAA bilan ishlov berilganlarga qaraganda kamroq ekanligi kuzatilgan. Polimer struktura hosil qiluvchilar bilan ishlov berilganda tuproqning agrofizik xossalari va oziqlanish rejimini yaxshilash qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligining ortishiga ta'siri kuzatiladi.

6-jadval.

Strukturaning shakllanishi natijasida azot va fosfor miqdorining o'zgarishi

| Namuna | N (ammoniy), mg/kg | NO ₃ ⁻ , mg/kg | P ₂ O ₅ , mg/kg |
|--------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Suv | 4,6 | 13,5 | 0,45 |
| NPAA70 | 12,5 | 36,5 | 0,62 |
| KPAA70 | 18,9 | 47,8 | 0,79 |

Qum strukturasi hosil bo'lish jarayonlariga uning mexanik, mineralogik va kimyoviy tarkibidan tashqari, organik polimerning miqdori va sifati ham muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda polimer moddalar sifati atamasi gidrofil funksional guruhlar va ularning makromolekula tarkibidagi miqdori tushuniladi. Molekulyar og'irlik qanchalik katta bo'lsa, qumlarning bir xil mustahkamlik xususiyatlarini olish uchun sarf-xarajatlar shunchalik kam bo'ladi.

NPAA70 va KPAA70 polielektrolitlar eritmalari bilan o'tkazilgan tajribalar ushbu PE larning qum strukturasiga ta'siri haqida turli xil ma'lumotlarni berdi (7-jadval). Strukturantlarning turli konsentratsiyasiga ega bo'lgan eritmalarning bir xil sarfida konsistometr konusi cho'kish chuqurligining bosqichma-bosqich o'zgarishi kuzatildi. Eritmalar konsentratsiyasining 0,01 dan 0,05 % gacha oshishi bilan mustahkamlikning bir zumda o'sishi kuzatildi, bu konsistometr konusi cho'kish chuqurligining 5,11 dan 3,61 mm gacha kamayishi orqali namoyon bo'ladi. Shubhasiz, bir zumda o'zgarish (1 min) tizimda strukturaning shakllanishi uchun me'zon bo'la olmaydi, chunki eritmaning singish chuqurligi qum zarralarining zichligiga qarab sezilarli darajada farq qilishi mumkin. Biroq, strukturantli eritmani singdirish jarayoni boshlanganidan 2 soat o'tgach konusning chuqurligi qiymatlari o'zgarishi ushbu tizimdagi sezilarli darajada struktura hosil qilganligini ko'rsatadi. Bir kundan keyin qumlarning mustahkamligi 0,01-0,25 % konsentratsiyasi uchun deyarli farq qilmaydi. Biroq, 0,5 % eritma ishlatilgan tizim uchun konusning botish chuqurligi keskin kamayadi.

7-jadval.

Geppler konsisometriga ko'ra NPAA70 (50 g qum yuzasining 4,9 sm² ga 6 ml) eritmasi bilan ishlov berishda qum tizimida strukturaning hosil bo'lish kinetikasi *

| C, % | T ₀ | T ₁ | T ₃ | T ₆ | T ₁₀ | T ₂₀ | T ₃₀ | 10 kundan keyin | Qobiq qalinligi (mm) | 1 kundan keyin namlik, % |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------------------------|
| 0,010 | 5,11 | 4,31 | 4,05 | 4,01 | 3,91 | 3,85 | 3,31 | 6,85 | 2 | 3,421 |
| 0,025 | 5,21 | 4,55 | 3,85 | 3,60 | 3,05 | 2,75 | 2,50 | 4,15 | 2 | 3,968 |
| 0,050 | 3,61 | 3,31 | 3,10 | 2,95 | 2,92 | 2,55 | 2,45 | 3,05 | 3 | 3,547 |
| 0,100 | 4,45 | 4,31 | 4,30 | 3,45 | 3,45 | 3,31 | 2,91 | 2,67 | 4 | 3,913 |
| 0,250 | 4,15 | 3,95 | 3,91 | 3,31 | 3,25 | 3,11 | 2,85 | 0,85 | 5 | 4,121 |
| 0,500 | 6,81 | 5,80 | 4,61 | 3,85 | 3,25 | 2,95 | 2,93 | 0,48 | 8 | 4,136 |

*-konusning botishi, mm.

Qumlarni mustahkamlash uchun KPAA70 ni o'rganish qumlarning sirt qismining mexanik mustahkamligini oshirish nuqtai nazaridan ular NPAA70 dan pastligini ko'rsatdi. Tuproq yuzasi KPAA70 eritmalari bilan ishlov berilganda qumda singish jarayonining boshida mustahkamlik xususiyatlari bir xil bo'lishiga qaramay 10 kundan keyin ularning ushbu qiymatlari bir biridan keskin farq qiladi. Past konsentratsiyalarda KPAA70 (0,01-0,05 %) ishlovidan 10 kundan so'ng deyarli hech qanday mustahkamlash xususiyatlarini ko'rsatmaydi. Struktura hosil qiluvchi ta'siri 0,1 % konsentratsiyadan boshlab kuzatilishi mumkin va 0,5 % dan ortiq bo'lganida NPAA70 va KPAA70 ning mustahkamlik xususiyatlaridagi farqni sezib bo'lmaydi. Biroq, KPAA70 da qobiqning qalinligi va uning namligi natriyli namunasi bilan solishtirganda sezilarli darajada kamroq bo'ladi.

Olingan ilmiy va eksperimental natijalar asosida ushbu polimer materiallarning dala sinovlari o'tkazildi. Konsentratsiyasi 0,5 % eritmasini to'g'ridan to'g'ri qo'llanishdan oldin dala sharoitida tayyorlanadi. Ishlov berish yangi tayyorlangan suspenziyalarni tuproq yuzasiga purkash orqali amalga oshirildi. Birinchi ishlov berish *Gamanthus gamocarpus* ko'chatlari ekilganidan keyin 14.03.2022 yilda, ikkinchisi esa bir haftadan keyin 21.03.2022 yilda amalga oshirildi, bunda 1 gektariga o'rtacha reagent sarfi 5 m³ ni tashkil etdi. Yuqori

qatlarning o'rtacha sutkalik namligi ikkinchi ishlov berishdan keyin 8-8,2 % ni tashkil etdi, ishlov berilmagan qumda esa ushbu ko'rsatkich 4,7-4,9 % (faqat tegishli miqdorda suv bilan ishlov berilgan) ga teng. Bunday holda, sirt qobig'ining shakllanishi kuzatiladi. Ishlov berilgandan 1 kundan keyin qobiq yorilishi kuzatilmadi.

XULOSA

1. PAA-GS markali poliakrilamidini $\text{pH}=11$ da, harorati $65-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ da, molyar nisbatlari $\text{MeOH/PAA}=1,6$ da shuningdek, reaksiya davomiyligi 2-2,5 soat gidrolizlash molekulyar massani 650 dan, 1700-1800 kDa gacha oshirishi mumkinligi aniqlandi.

2. Makromolekulalarning gidroliz jarayonidagi konformatsion o'zgarishlar PAA agregatlarning buklanish va ko'proq sharsimon shakllarining NPAA50 va NPAA70 uchun taxminan 2400-4560 va 1000 nm uzunlikdagi, hamda 400 va 200 nm kenglikdagi iplar va fibrillalar shakliga o'zgarishi bilan tasdiqlanadi. Gidroliz haroratining yanada oshishi diametri taxminan 570-600 dan 2500-5000 nm gacha bo'lgan globulyar zarrachalarning shakllanishiga olib keladi.

3. Tadqiqot natijalarida eritmadagi polielektrolit konsentratsiyasi dinamik qovushqoqlik va muhit pH o'zgarishiga ta'sir qilishini tasdiqladi. Natriyli namunalarda boshqa namunalarga nisbatan sezilarli bog'liqlikni ko'rsatadi. Gidrofob PAA ga nisbatan, NPAA70 (0,05 mg/l) bilan ishlov berilganda tuproq suspenziyasida cho'kish jarayoni tezligi oshganligi kuzatildi.

4. 0,3 % PAA eritmasi bilan ishlov berish mezoagregatlarning miqdorini 35 dan 64,9 % gacha oshiradi, bu esa changsimon fraksiyalarni sezilarli darajada kamaytiradi, NPAA70 va KPAA70 bo'lgan tuproq namunalari uchun bu zarrachalarning ulushi 55,5 va 76,7 % ni tashkil qiladi. KPAA eritmasi bilan ishlov berilgandan so'ng tuproqni baholashga ko'ra mukammal tuzilish holatiga mos kelsa, NPAA yaxshi agregatsiya holatiga ega bo'lgan tuproq sifatida baholanishi mumkin. Shunga ko'ra, ushbu polimerlar bilan ishlov berilganda, tuproq strukturaviy koeffitsienti 0,54 dan 1,67 va 4,34 gacha oshadi.

5. Tuproq tuzilishining yuqori ko'rsatkichlarini saqlab qolish uchun uni vegetatsiya davrida eritmalar bilan kamida 2 martadan 4 martagacha ishlov berish kerak. Tomchilatib sug'orishda polimer eritmalarining ta'siri ikkinchi yil davomida ham saqlanib qoladi va sirt qatlamida 1 mm dan katta suvga chidamli agregatlar soni dastlabki namunasiga qaraganda 12,5-20,0 % ga yuqori bo'ladi. 2 yil davomida polimer eritmalaridan foydalanish tuproqning K_C va K_S qiymatlarini bir necha marta oshiradi, bu esa ishlov berish paytida PE ning barqarorlashtiruvchi ta'sirini ko'rsatadi.

6. O'simlik mavsumining oxiriga kelib azotning mineral shakllarining tarkibi tajribalarning barcha usullarida sezilarli darajada kamaydi, ammo 200 kg/ga (0,5-1,0 %) miqdorida KPAA bilan ishlov berilgan usulida uning yo'qotish hajmi o'rganilayotgan namuna va PAA va NPAA polimerlari shakllariga nisbatan kamligini ko'rsatdi.

7. Tuproq agregatlarini barqarorlashtirish uchun PE eritmalaridan foydalanish C_{org} miqdorini natriy agregatlar turg'unligini oshiradi. Noorganik o'g'itlar va suvda eruvchan polimerlardan bir vaqtning o'zida foydalanish nafaqat strukturali zarrachalar miqdorini oshirish, balki tuproq tizimidagi zarur elementlar va organik uglerodni ko'paytirish orqali unumdorlikni oshirishga yordam beradi. Organik uglerod miqdori strukturaga ega zarrachalar miqdoriga bog'liqligini aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АБДУРАХИМОВ ДИЛМУРОД ХАЙИТМУРОТОВИЧ

**НАУЧНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ
ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В ПОДВИЖНЫХ ПЕСКАХ И ПОЧВАХ**

**11.00.05- Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов**

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

Ташкент – 2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистана за номером B2022.2.PhD/K524

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу www.iktiti.uz и информационно-образовательном портале «Ziyouet» по адресу www.ziyouet.uz

Научный руководитель: Куддашева Шахноза Абдулазизовна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты: Мухамедов Кабилжон Гафурович,
доктор технических наук, профессор
Абдурахимов Холжажбар Абдурахманович
доктор химических наук, доцент.

Ведущая организация: Наманганский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «29» 08 2023 г. в «11⁰⁰» часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, ул. Шурабазар, тел.: (+99895) 144-67-83; E-mail: (tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2023/25 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п.о. Шурабазар, тел.: (+99895) 144-67-83; E-mail: tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Автореферат диссертации разослан «15» август 2023 года.

(протокол рассылки № 2023/25 «15» август 2023 г.)



А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
присуждению ученой степени,
проф., академик

Ш.Д. Ширинов
Член секретарь научного совета
по присуждению ученой степени,
PhD тех., с.и.с.

Х.С. Бекпазаров
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. В мире существуют экологические проблемы, связанные с переносом песка и частиц почвы в атмосферу в результате деградации почвы. Одной из мер по повышению качества, структуры и устойчивости деградированного подвижного песка и грунта является обработка их водорастворимыми полимерными растворами. Поэтому изучение типов полимерных материалов, их движения в почвенной системе, создание новых полиэлектролитных структурных средств на основе природного сырья и синтетических химических реагентов и методов их применения для улучшения структуры почвы является одним из актуальных вопросов.

В мире ведутся исследования по созданию полиэлектролитных компонентов дисперсных систем на основе акриламида. В связи с этим необходимо изучить процессы полимеризации акриламида и гидролиза полиакриламида с использованием различных гидролизующих агентов, условия протекания реакции гидролиза, влияние их растворов на структурные свойства, а также особое внимание уделяется установке механизмам взаимодействия полимерных макромолекул с частицами песка и почвы.

В нашей республике достигнуты научные и практические результаты по получению новых материалов, в том числе полиэлектролитов на основе акриламида. В третьем направлении стратегии развития нового Узбекистана, направленной на дальнейшее развитие Республики Узбекистан, были поставлены задачи «Обеспечение устойчивости национальной экономики и увеличение общего объема внутреннего производства промышленной продукции в 1,4 раза»². С этой точки зрения большое научное и экологическое значение имеют исследования по созданию высокоэффективных компонентов на основе исходного полиакриламида, оптимальных условий его гидролиза, а также изучение важности механизма взаимодействия гидролизованых форм полиакриламида с частицами песка и почвы.

Настоящая диссертация служит в определенной степени для выполнения задач, предусмотренных на Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» № ПФ-60, от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «2017- Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2021 году» и ПФ-60 от 28 января 2022 года Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года «Программа опережающего развития химической промышленности в 2017-2021» Решения ПК-3236 от 25 октября 2018 года, ПК-3983 «О мерах по опережающему развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативных правовых документах в данной сфере.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

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 коллоидной химии структурообразования подвижных песков и почвогрунтов с использованием водорастворимых полимеров, полиэлектролитов активно проводятся научными школами Hashimoto H., Matsumoto Osamu, Surui Masai, Yercolani D., Grinzi F., Nagata K. I., Yano N., Nagamori S., П.А. Рибиндера, С.С. Морозова, Б.Н. Мичурина, А.Г.Левандюка, М.А. Лыкова, Ш.Б. Батталова, К.Б. Мусабекова и др.

В Узбекистане по формированию структуры подвижных песков и почв с использованием водорастворимых полимеров, полиэлектролитов была создана школа в области коллоидной химии под руководством академиком К.С. Ахмедова, представители которой: Е.А. Арипов, Ф.Л. Глекель, С.С. Хамраев, С.Н. Аминов, А.А. Агзамходжаев, У.К. Ахмедов, С.А. Зайнутдинов, М. Аразмуратов, Ш.А. Кулдашева, И.Д. Эшметов, О.К. Байсенбаев, Б.Н. Нуриев, а также школа под руководством академика А.Т. Джалилова, представители которой: Б.А. Мухаммедгалиева, Ш.Д. Ширинов и другие внесли значительный вклад в его развитие.

Следует отметить, до сегодняшнего дня не были проведены специально организованные научно-практические исследования, которые бы учитывали молекулярную массу полученного продукта, распределение функциональных групп на его макромолекуле и их влияние на формирование структуры в почвенных дисперсиях в процессе гидролиза ПАА.

Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по проекту А-ФА-2019-37 «Создание реагентов нового поколения для предотвращения песчано-солевых почвенных бурь на основе отходов Кунградского содового завода».

Целью исследования является осуществление процессов гидролиза местного полиакриламида для получения высокоэффективных структурантов для подвижных песков и грунтов, а также определение свойств получаемых полиэлектролитов.

Задачи исследования:

исследование процессов гидролиза полиакриламида с использованием гидроксида натрия и калия;

исследование влияния условий процесса гидролиза на молекулярную массу полиэлектролитов и на вязкостные характеристики их растворов;

изучение структурообразование в суспензиях почвы, установление изменение кинетики выпадания осадка в зависимости от типа и концентрации полиэлектролита;

исследование влияния природы полиэлектролитов на физические свойства почвы и на изменение количества азота, фосфора и органического углерода;

исследование процессов закрепления подвижных песков в зависимости от концентрации и природы используемого полиэлектролита;

проведение полевых испытаний созданных полиэлектролитов в качестве структурантов почвы и подвижных песков.

Объектами исследования являются полиакриламид марки ПАА-GS ООО Навоиазот” и его гидролизованные формы, а также образцы песка и почвы Кашкадарынской области.

Предметом исследования является способы гидролиза полиакриламида, физико-химические и структурообразующие характеристики гидролизованных полиакриламидов в дисперсиях почвы и песков, а также их экологические аспекты

Методы исследования. В диссертации использовались физико-химические методы рентгенофазового, ИК- и Рамановского спектральных анализов, электронной микроскопии и коллоидно-химические – калориметрические, кондуктометрические, титрометрические методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено, что самые высокие значения скорости гидролиза полиакриламида наблюдается при 65-70 °С, что связано с вязкостными характеристиками полимера и более низкой концентрацией отрицательно заряженных частиц для электростатического отталкивания гидролизующего гидроксильного иона;

доказано, что в 0,1 и 0,3 М растворах NaCl выход гидролиза ПАА составляет 46 и 48%, а в растворе без электролита-38%, что увеличивает степень гидролиза ПАА с увеличением ионной силы реагирующей системы;

исследование влияния природы гидролизующего катиона на выход продукта выявило, что в области низких концентрации щелочи ($\text{MeOH/ПАА}=0,5 \leq 1$) наблюдается повышение степени гидролиза в ряду $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ = \text{K}^+$ а, электростатическое отталкивание ионов OH^- и COO^- ослабевает в обратном порядке $\text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+$;

установлено, что повышение температуры гидролиза до 80 °С способствует повышению молекулярной массы исходного ПАА, а при дальнейшем повышении температуры (до 98 °С) за счет протекания разрыва связей -С-С- по основной цепи и окисления, гидролизованные образцы характеризуются большим кислотным числом при сравнительно низких значениях вязкости их растворов;

показано, что скорость процесса осаждения суспензии почвы при обработке с КПАА имеет значения в среднем 2,5 см³/мин впервые 5 минут, против 3,25 см³/мин для НПАА70, который показывает большую агрегирующую активность гидролизованных форм акриламида по сравнению с гидрофобным образцом;

обработка почвы 0,3% раствором паа увеличение мезоагрегатов почвы с 35 до 64,9% за счет уменьшения количества макроагрегатов, а при применении растворов НРАА70 и КПАА70 увеличение до 55,5 и 76,7% за счет уменьшения микроагрегатов, доказывает неоднородный механизм действия исходного паа и его гидролизованых форм на агрегаты частиц почвы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны научные основы процесса гидролиза полиакриламида с высокими структурными свойствами в подвижных песчаных и почвенных дисперсных системах;

разработан метод применения полиэлектролитов для формирования структуры в системе почвы и песка.

Достоверность результатов исследования Результаты химических и физико-химических исследований подтверждаются тем, что разработанные технологии апробированы на устройствах в условиях промышленного производства.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований обоснована совершенствованием методики синтеза полиакриламидных полиэлектролитов, установлением механизма и закономерностей взаимодействия гидролизованного полиакриламида с частицами почвы, что объясняется созданием новых структурных средств для почв и подвижных песков.

Практическая значимость результатов исследований служит для разработки технологии получения импортозамещающих высокоэффективных структурантов почвы и песков на основе местного производства, и в учебном процессе подготовки магистров и бакалавров в образовательных учреждениях в сфере химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов научных исследований по созданию водорастворимых полимеров для формирования структуры в подвижных песках и почвах:

технология получения структурантов на основе гидролизованного полиэлектролита для упрочнения подвижных песков и грунтов внедрена в практику в ООО «Химическая технология» (Справка Министерство природных ресурсов Республики Узбекистан от 12 апреля 2023 года № 03/01-21-244). В результате обработка этим структурообразователем позволила устранить такие экологические проблемы, как снижение летучести подвижного песка и грунта в пустынных районах, повышение устойчивости к ветру и воде;

технология применения полиэлектролитов на подвижные песчаные почвы и осуществления процесса фитомелиорации (растениеводства) внедрена в практику в Нишанском районе Кашкадарьинской области (Справка Министерство природных ресурсов Республики Узбекистан от 12 апреля 2023 года № 03/01-21-244). В результате повышается уровень устойчивости подвижных песков пустынных районов и обеспечивается

плотная всхожесть пустынно-устойчивых растений, что улучшает экологическую обстановку.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного исследования обсуждались на 5 международной и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликование результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликовано 19 научных работ, в том числе 6 научных статей, 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 104 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 «Анализ полиакриламидных полимеров. процессы гидролиза и отрасли применения» приведены данные о полимерах акриламида, способах их получения и отрасли применения. Вместе с тем освещены проблемы анализа процессов гидролиза акриламидных полимеров, основные направления применения водорастворимых полимеров акриламида для решения проблемы охраны окружающей среды, проблемы регулирования структурообразования в дисперсных системах с использованием водорастворимых полимеров.

Анализ литературы способствовал сформулированию цели и задач данной работы.

Во второй главе диссертации «Исследование влияния условий щелочного гидролиза полиакриламида на свойства продуктов реакции» представлена методическая часть работы. Образцы РАА местного производства были отобраны в качестве объекта исследования для создания структурантов подвижных песков и почвы. Также для сравнения был использован импортный образец полиакриламида IPAA (Sigma Aldrich) с молекулярной массой $2,0 \cdot 10^6$.

Кислотное число (КЧ) определялось методом обратного титрования раствора полимера и продукта его гидролиза (ГОСТ 8728-88). Содержание азота в полимерах определялось по общепринятому методу Кьельдаля.

Динамическая, кинематическая, относительная и удельная вязкость ($\eta_{уд}$) растворов образцов полимеров определялась с использованием вискозиметра

Уббелюде при температуре 25 °С в зависимости от концентрации. Для этого готовились соответствующие растворы с различной концентрацией (0,50-0,01 г/100 мл) разбавлением водой или 0,1 Н раствором КСl.

Электропроводность растворов полимеров измерялась с использованием кондуктометра S230. Оптическая плотность растворов определялась на сканирующем спектрофотометре в диапазоне 190-700 нм с помощью спектрофотометра UV/V-5100 (Shanghai Metash Instruments Co.).

Гель-хроматографический анализ (TSK GM PWXL, Германия) проводился на жидкостном хроматографе Agilent 1260 Infinity, (США) с рефрактометрическим детектором с использованием хроматографической колонки.

Определили содержание азота в почве (аммиачный азот колориметрическим методом с реактивом Несслера, нитраты дисульфифенольной кислотой, азот в легких гидролизующих соединениях в щелочном экстракте методом Корнфилда) и фосфора (методом Чирикова).

В третьей главе диссертации «**Исследование условий щелочного гидролиза полиакриламида на характеристики продуктов реакции**» дана оценка влияния условий процесса гидролиза полиакриламида (температура, ионная сила раствора, характер реагента гидролиза) на вязкость, структурные свойства, молекулярную массу гидролизующихся форм полиакриламида и электропроводность их растворов.

Процессы гидролиза проводились в 300 мл четырех горловой колбе. Для этого 5 г АА вносился в колбу с 100 мл дистиллированной водой. Образовавшаяся смесь нагревалась до 35-40 °С и после достижения температуры добавлялся гидроксид в мольном соотношении от 1:0,5 до 1:1,5 с ПАА (1,4-4,2 г NaOH; 2,0-6,0 г KOH). Смесь выдерживалась в термостате в течение 1-6 часов при постоянном перемешивании. Изучено влияние температуры от 50 до 98 °С на процесс гидролиза.

Исследование кинетики процесса гидролиза показало, что наибольшая скорость реакции гидролиза наблюдается при значениях $pH \geq 11$, а самые низкие в нейтральной и слабощелочной среде. В кислой среде также в начальный момент процесса гидролиза можно наблюдать заниженную скорость реакции, однако после 1 первых часов взаимодействия при 60 °С наблюдается резкое повышение скорости реакции, что показано на рис. 1.

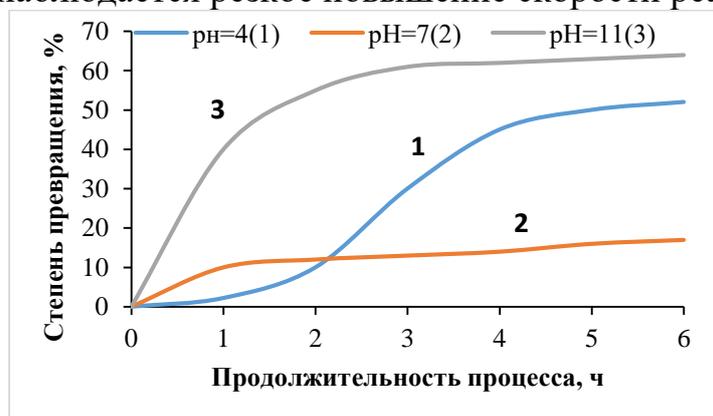


Рис. 1. Кинетика гидролиза ПАА с раствором NaOH при 60 °С при различных значениях pH.

По кинетическим кривым можно заключить, что повышение значений рН положительно влияет на скорость реакции. Однако, после 2 часов взаимодействия степень превращения полиакриламида в нейтральной среде практически не меняется, в то время как для кислой среды наблюдается обратный характер. Кинетические кривые при рН=4 показывает автоускоренный характер реакции гидролиза после 2 часов процесса. Вместе с тем исследование изменения рН в ходе реакции показывает, что для данной системы наблюдается повышение рН, в то время как для сильнощелочной среды, наоборот, характерна снижение рН.

Более высокие значения выхода при значениях рН более 11 связано с снижением стерических эффектов соседних групп, за счет полной диссоциации карбоксилатных групп и конечно необходимо отметить повышение растворимости ПАА при таких количествах гидролизующего агента. Повышение температуры процесса вызывает разрушение крупных молекул. В данном случае наоборот возможно снижение доля высокомолекулярных частиц при повышении выхода процесса гидролиза. Результаты исследования изменения динамической вязкости полимеров в зависимости от изменения температуры их получения (гидролиза ПАА) приводятся на рис. 2.

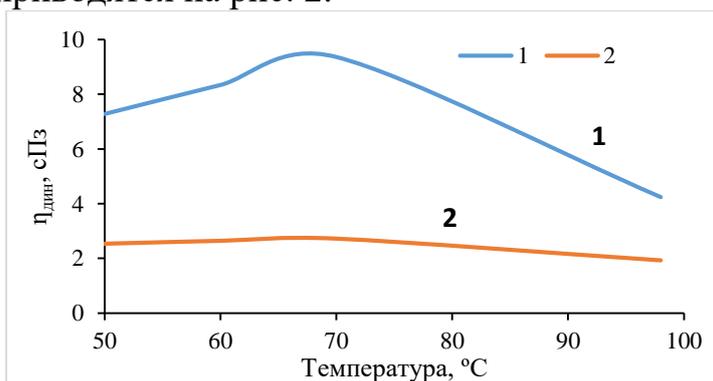


Рис. 2. Изменение вязкости растворов полимеров в зависимости от температуры их получения. Продолжительность процесса 2 ч, концентрация растворов полимеров, %: 1) 0,1; 2) 0,025.

Динамическая вязкость ($\eta_{\text{дин}}$) 0,1% растворов гидролизованных форм ПАА увеличивается от 7,28 до 8,34 сПз при повышении температуры гидролиза от 50 до 60 °С. Дальнейшее повышение температуры еще 5 °С приводит к значениям 9,3632 сПз. Однако, дальнейшее повышение температуры гидролиза вероятно, негативно воздействует на молекулярную массу образовавшихся макромолекул.

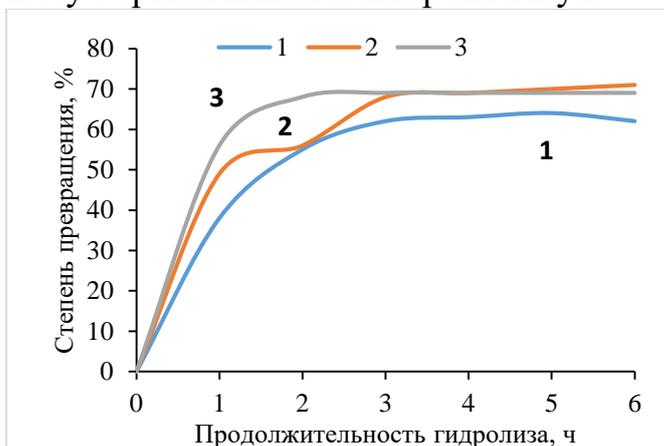


Рис. 3. Кинетика гидролиза ПАА с раствором NaOH при различной температуре, °С: 1) 55; 2) 65; 3) 98.

Как показывают кривые диаграммы (рис. 3) первая стадия реакции с повышенными значениями скорости наблюдается до 1 часа гидролиза, при этом средняя скорость реакции составляет 0,188; 0,230 и 0,155 моль/л*час, для реакции при температуре, соответственно 60; 70 и 98 °С. Затем наблюдается резкое снижение скорости и при этом её значения составляет около 0,081; 0,047 и 0,033 моль/л*час. Самые высокие значения скорости наблюдается при 65-68 °С. Повышение температуры еще на 10 °С снижает скорость как первой стадии, так и последующие. При температуре ниже 70 °С после 1 часа взаимодействия наблюдается самые высокие значения скорости. Вероятно, сохранение сравнительно высокой скорости при такой температуре связано с вязкостными характеристиками самого полимера, так и более низкой концентрацией отрицательно заряженных частиц для электростатического отталкивания гидролизующего гидроксильного иона.

Исследование гидролиза ИПАА в зависимости от ионной силы раствора показало, что присутствие NaCl в смеси не повлияет на скорость реакции гидролиза в начальный момент, однако с повышением степени конверсии макромолекул становится более заметным влияние электролита (рис. 4).

Выход гидролизованного продукта составляет 46 и 48 % для растворов с концентрацией NaCl 0,1 и 0,3 М, против 38 % для раствора без электролита, что показывает повышение степени гидролиза ПАА с увеличением ионной силы реагирующей системы.

Система ПАА, который в составе содержит также сульфат аммония, практически схожие изменения под воздействием электролитов. Однако, в данной системе степень выхода значительно меньше, вероятно, что связано с расходом основного количества гидролизующего агента на сульфат аммония в составе смеси. Поэтому была изучена кинетика процесса гидролиза в зависимости от содержания сульфата аммония в составе смеси. Результаты показали, что повышение концентрации аммониевого соединения снижает выход гидролизованного полимера, т.к. часть щелочи расходуется на гидролиз низкомолекулярного электролита. Поэтому для достижения более высоких выходов процесса необходимо повысить расход щелочи для гидролиза образцов ПАА.

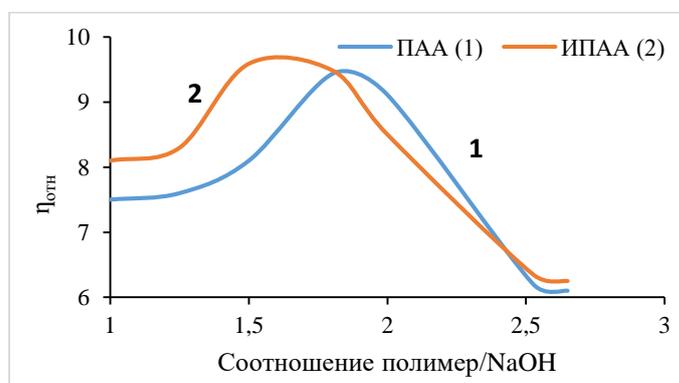


Рис. 4. Зависимость относительной вязкости 0,1 % раствора гидролизованных форм полиакриламида от количественного соотношения реагентов.

Как можно заметить из кривых рис. 4, повышение соотношения NaOH/ПАА от 1 до 1,2 способствует повышению относительной вязкости

растворов ИПАА. Вероятно, при таких условиях соотношения щелочи количества карбоксильной группы достигает повышенных концентрации для структурообразования в системе. За счет больших контактов и наблюдается высокая вязкость растворов полимеров. Однако, схожие значения вязкости для растворов изучаемого образца ПАА достигаются при соотношении NaOH/ПАА от 1,6 и более.

Исследование влияния природы гидролизующего катиона на выход продукта показало, что в области низких концентрации щелочи, т.е. при MeOH/ПАА от 0,5 до 1 наблюдается повышение степени гидролиза в порядке $Li^+ < Na^+ = K^+$, т. е. низких соотношениях различия в кинетике и выходе гидролиза ПАА с использованием гидроксида натрия и калия не наблюдается. А повышение соотношения NaOH/ПАА более 1,2 показывает, что степень выхода реакции в K^+ содержащей системе намного выше. Из полученных данных можно сделать вывод, что электростатическое отталкивание ионов OH⁻ и -COO⁻ ослабевает в обратном порядке $K^+ < Na^+ < Li^+$.

Полученные данные в ходе исследования процессов гидролиза полиакриламида показывает, что температуру процесса следует поддерживать при 65-70 °С при сохранении продолжительности процесса около 3 ч. При этом pH раствора имеет влияние на скорость и выход процесса. Щелочной гидролиз при значениях pH более 11 повышает выход процесса до 55 % уже после 1 часа взаимодействия, против 13 % при pH=7 при температуре 60 °С. Повышение соотношения реагирующей смеси NaOH/ПАА от 1 до 1,6-1,8 приводит к повышению вязкостных характеристик растворов, полученных водорастворимых полимеров ПАА, что связано с повышением доли структурообразующих функциональных групп и молекулярной массы образцов полиакриламида.

Таблица 1.

Характеристики растворов полимеров в зависимости от условий проведения процесса гидролиза с NaOH (продолжительность гидролиза 3 ч)

| С, г/л | НПАА50 | | НПАА70 | | НПАА98 | |
|--------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| | η _{уд} | pH | η _{уд} | pH | η _{уд} | pH |
| - | - | 6,2 | - | 6,2 | - | 6,2 |
| 0,010 | 0,70 | 9,8 | 1,75 | 9,5 | 1,41 | 10,7 |
| 0,025 | 4,78 | 10,0 | 2,43 | 10,1 | 1,89 | 11,2 |
| 0,050 | 3,73 | 10,2 | 3,61 | 10,4 | 2,67 | 11,4 |
| 0,100 | 8,85 | 10,9 | 10,6 | 10,7 | 4,04 | 11,8 |
| 0,250 | 19,57 | 11,4 | 23,3 | 11,1 | 8,77 | 12,2 |
| 0,500 | 26,34 | 12,1 | 38,89 | 11,8 | 18,32 | 12,4 |

Полученные экспериментальные результаты показывают рост механической вязкости и изменение pH среды с увеличением концентрации. Такая зависимость характерна для всех гидролизованных образцов, что

связано с повышением межмолекулярных взаимодействий макромолекул. Известно, что интенсивное структурообразование в растворах полимеров наступает при повышении до определенной концентрации, когда макромолекулы могут взаимодействовать друг с другом и образовывать ассоциаты или пространственную коагуляционную сетку. Образование данной сетчатой структуры полимеров сильно мешает течению жидкости, что находит отражение в повышении вязкости среды (табл. 1 и 2).

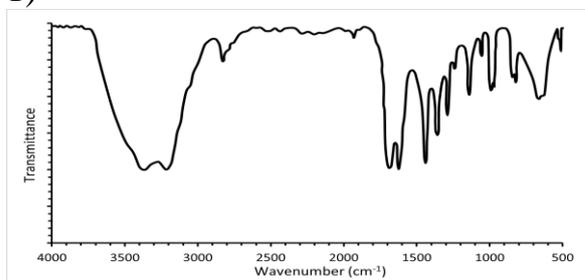
Таблица 2.

Характеристики растворов полимеров в зависимости от условий проведения процесса гидролиза с КОН

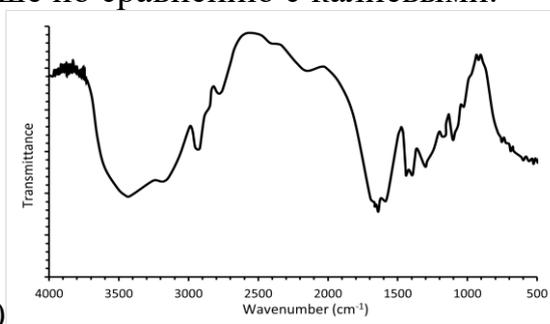
| С, г/л | КПАА50 | | КПАА70 | | КПАА98 | |
|--------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | $\eta_{уд}$ | рН | $\eta_{уд}$ | рН | $\eta_{уд}$ | рН |
| - | - | 6,2 | - | 6,2 | - | 6,2 |
| 0,010 | 0,68 | 9,9 | 1,11 | 9,5 | 0,97 | 10,8 |
| 0,025 | 1,91 | 10,5 | 1,98 | 10,3 | 1,19 | 11,7 |
| 0,050 | 3,22 | 10,8 | 3,34 | 10,8 | 2,23 | 11,9 |
| 0,100 | 6,65 | 11,2 | 9,16 | 11,0 | 3,81 | 12,2 |
| 0,250 | 14,67 | 11,9 | 18,33 | 11,6 | 7,67 | 12,5 |
| 0,500 | 21,23 | 12,4 | 31,91 | 12,3 | 19,13 | 12,9 |

Как можно заметить из данных таблиц, вязкостные характеристики растворов полиэлектролитов зависит как от концентрации, так и структуры полимера. Можно заметить во всех значениях концентрации удельная вязкость растворов натриевых форм больше по сравнению с калиевыми.

1)



2)



3)

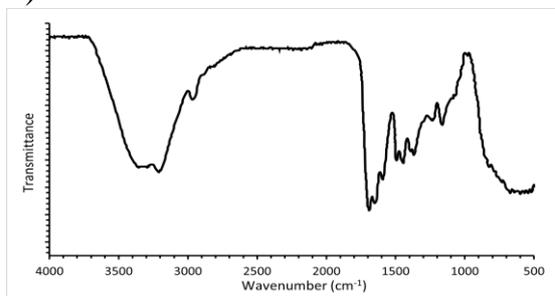


Рис. 5. ИК-спектры образцов:
1) ПАА; 2) НПАА50; 3) НПАА70.

Для установления структурных изменений в полимерной молекуле в процессе гидролиза были проведены спектральные анализы. Как показывают ИК-спектры исходного ПАА и его гидролизованых при различных температурах форм они различаются по интенсивности и местоположению характерных полос поглощения. Так для всех гидролизованых форм характерны полосы при $1710-1690\text{ см}^{-1}$ (для исходного ПАА наблюдается при

полоса при 1590-1630 см⁻¹, характерная для амидной группы), что связано с образованием -C=O связей свободной карбоксильной группы, указывающее на превращение амидной группы в процессе гидролиза. Как оказалось, интенсивность данных полос поглощения практически одинаковы для всех гидролизованных форм. Кроме того, происходит изменение интенсивности других частот, т.к. частоты в области валентных колебаний гидроксильной и первичной аминогруппы. В ИК-спектре ПАА в области 3500-3300 см⁻¹ обнаруживаются две узкие полосы, что показывают наличие первичной амино группы (C-NH₂). Однако по ИК-спектрам гидролизованных форм видно изменение данной полосы. Меняется форма, полоса стала более широкой и сместилась более большой угол (3500-3000 см⁻¹), что характерно для связей гидроксила. Образование широкой полосы не допускает полное исчезновение первичной аминогруппы.

Однако существенных различий в ИК-спектрах образцов, гидролизованных гидроксидами натрия и калия, не наблюдалось. Кроме того, чтобы доказать разницу в структуре полиэлектролитов, были получены Рамановские спектры, результаты которых повторяют результаты, полученные в ИК-спектре.

Строились зависимости приведенной вязкости ($\eta_{уд}/C$) от концентрации и находились значения характеристической вязкости $[\eta]$. По значениям характеристической вязкости, K и α согласно уравнению Марка-Куна-Хаувинга были рассчитаны относительные молекулярные массы полиэлектролитов.

Таблица 3.

Значения молекулярных масс ПАА и его гидролизованных форм*

| Образец | ПАА | НПАА50 | НПАА60 | НПАА70 | НПАА98 |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Молекулярная масса | 6,85*10 ⁵ | 14,9*10 ⁵ | 17,1*10 ⁵ | 18,1*10 ⁵ | 1,59*10 ⁵ |

* - продолжительность процесса гидролиза составляет 3 ч.

Как можно увидеть из данных табл. 3 для исходного образца полиакриламида относительная молекулярная масса характеризуется значением около 685000 г/моль. Следовательно, степень полимеризации составляет около $n=9648$. Гидролиз при температурах от 50 до 80 °C способствовал повышению молекулярной массы, а дальнейшее повышение, наоборот, снижает M_r гидролизованного ПАА. Вероятно, при повышенных температурах (98 °C) происходит разрыв связей -C-C- по основной цепи и окисление. За счет этого данные образцы характеризуется большим кислотным числом при сравнительно низких значениях вязкости их растворов.

Исследование влияния природы гидролизующего агента на M_r полученных полиэлектролитов, показало, что в случае использования гидроксида натрия достигаются более повышенные показатели молекулярной массы. Во всех температурных интервалах и продолжительности процесса относительные массы калиевых ПАА меньше.

Таблица 4.

Значения молекулярных масс ПАА и его гидролизованных форм*

| Образец | КПАА50 | КПАА60 | КПАА70 | КПАА98 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Молекулярная масса | $10,8 \cdot 10^5$ | $15,2 \cdot 10^5$ | $15,7 \cdot 10^5$ | $1,48 \cdot 10^5$ |

Полученные данные на основе визкозиметрических методов были проверены хроматографическим методом. Основным различием данного современного метода является то, что на его основе можно получить данные о примесных низкомолекулярных веществах (олигомеров и др.).

Молекулярная масса ПАА составляет $7,9 \cdot 10^5$, однако в системе содержатся и олигомеры массой 2500 и 1600 г/моль в мольном количестве около 25 %. Содержания олигомерных продуктов примерно одинаковые. Гидролизованный образец НПАА50 характеризуется большей молекулярной массой равной $16,1 \cdot 10^5$. Однако данному образцу характерно большая полидисперсность. Несмотря на повышение доли полимерного продукта до 40%, в системе все еще остаются олигомеры (2400, 1600, 5100). Повышение температуры гидролиза еще на 5-8 °С приводит хотя и незначительному повышению молекулярной массы полимера ($18,2 \cdot 10^5$ кДа) и полидисперсности, наблюдается повышение доли полимера до 70 %. Проведение процесса при температуре 40 °С повышает молекулярную массу полиакриламида до $20,1 \cdot 10^5$. Однако в полимере также существует олигомерных материалов в количестве около 25 %. Дальнейшее повышение температуры снижает молекулярную массу образца и в системе НПАА98 обнаружены только фракции $2,1 \cdot 10^5$ и 2800 г/моль в количестве 87 и 13 %, соответственно.

В четвертой главе «Исследование влияния гидролизованных полиакриламидов на структуру почвы и песка» приведены результаты исследования влияния гидролизованных полиакриламидов на структуру почвы и песка. Почвенные агрегаты считаются структурной единицей определяющая свойства почвы. Количество данных агрегатов, их расположение и распределение по размерам определяет поры в данной системе. Пористая структура влияет на проницаемость почвы, процессов инфильтрации в ней. Данная характеристика также влияет на активность микрофлоры, снабжения почвы питательными веществами. Структурообразование в системе почвы и песка важный параметр для регулирования влажности.

Как известно, на процесс структурообразования влияет механический, химический и минералогический состав дисперсной системы. В качестве объекта исследования был выбран образец почвы Кашкадарьинской области (Нишонская область). Данные образцы почвы представляют собой типичные сѐроземы. Они по природе характеризуются меньшим содержанием гумуса. Здесь на территории с такими типами почвы в основном рассматривается орошение под хлопок.

В исследованиях были использованы 10 % суспензии почвы, приготовленные на основе образцов размерами 1-2 мкм (рис.6).

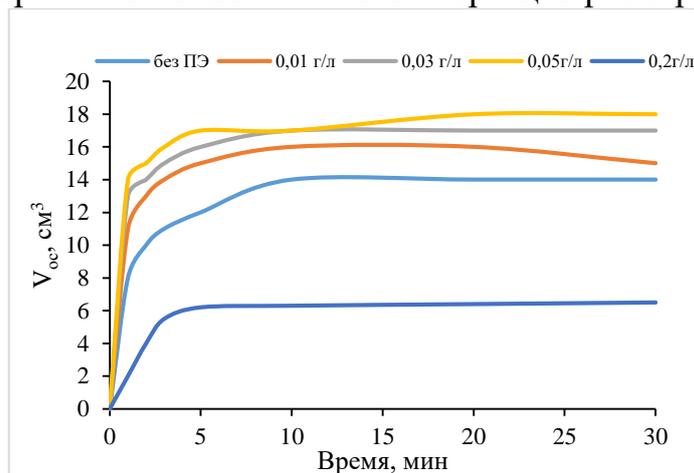


Рис. 6. Кинетика процесса осадения твердой фазы из 10% суспензии почвы, обработанной с НПAA70.

Исследование количества объема осадка в зависимости от концентрации полимеров показало не одинаковое влияние синтезированных полиэлектролитов на кинетику осадения. Изменение величин $V_{ос}$ суспензии почвы в зависимости от времени отстаивания и от концентрации ПЭ показывает интенсивное отделение осадка в начальный момент (до 10 мин), а затем наблюдается стабилизация процесса осадения и объем осадка меняется незначительно. Как оказалось, при низких значениях концентрации полиэлектролитов в суспензии коагулирующий эффект больше у калиевых форм ПАА. Повышение концентрации ПЭ с Na^+ вызывает не коагулирующего, наоборот стабилизирующего действия на суспензии почвы.

Как показывают кривые зависимости объема осадка от продолжительности осадения суспензии почвы с повышением концентрации до 0,05 г/л наблюдается повышение объема осадка до 18 $см^3$ против 14 $см^3$ для необработанной суспензии. Величина $V_{ос}$ под влиянием данного полиэлектролита при концентрации около 0,10-0,5 г/л, незначительно снижается. Однако, снижение объема осадка наблюдается для всех изученных концентрации, которые как коагулянты способствуют, по-видимому, образованию компактных коагуляционных структур, оседающих более плотно, что приводит к уменьшению значения $V_{ос}$ в суспензиях почвы. Вместе с тем, повышение концентрации (0,2 % и более) вызывает, наоборот, стабилизирующий эффект.

В системе с НПAA98 в зависимости от концентрации значения кривой по у имеется максимум после 15 мин отстаивания, а в дальнейшем можно увидеть снижение объема осадка. Данный полиэлектролит в отличие от образцов, полученных при более низких температурах, содержит наряду с карбоксильными и амидными группами, большие количества карбоксилатных групп. За счет большего содержания данных функциональных групп, которые диссоциируют значительно лучше, чем первые две, данная молекула несмотря на меньшую молекулярную массу, проявляет большую коагулирующую активность. Можно предположить, что макромолекулы данного образца находятся более раскрученном состоянии из-за большой плотности заряда по основной цепи, поэтому они хорошо

взаимодействуют с почвенными частицами и образуют более крупные агрегаты уже при 0,01-0,02 г/л. И по мере повышения концентрации в области концентрации 0,5-1,0 г/л начинается процесс стабилизации.

Сравнение при одинаковых концентрациях влияния калий и натрий содержащего ПЭ, то стабилизирующий эффект при повышении концентрации наблюдается больше у последнего, а коагулирующий эффект при низких концентрациях наоборот у первого. Следовательно, по агрегирующим характеристикам на почвенные дисперсии именно образцы КПАА проявляют большую активность. Агрегирующая способность ПЭ в суспензиях почв, проявляющаяся при низких концентрациях, связана с образованием между частицами единичных полимерных «мостиков», состоящих из фибрилл. С увеличением концентрации ПЭ в суспензиях почв усиливается процесс образования макроагрегатов за счет роста числа полимерных «мостиков», что способствует образованию отдельных не связанных между собой крупных агрегатов из полимера и твердых частиц.

Обработка суспензии почвы с исходным ПАА показывают схожие результаты коагуляции при расходе ПЭ в количестве 0,08-0,1 г/л, однако продолжительность процесса осаждения продлевается довольно долго. Скорость процесса осаждения имеет значения в среднем 2,5 см³/мин впервые 5 минут, против 3,25 см³/мин для НПАА70, что показывает большую агрегирующую активность гидролизованых форм акриламида по сравнению с гидрофобным образцом. Следовательно, можно ожидать большее структурообразование в системе почвы, обработанных с гидролизованых формами ПАА, точнее в системе с НПАА70 и КПАА70.

Водно-физические характеристики почвы и их регулирование является основой для повышения её плодородия, а также улучшения мелиоративных действий. Данные важные характеристики зависят от плотности конструкции почвенной системы и водопрочной структуры.

Результаты исследований по обработке растворами полимеров показали, что искусственное оструктурирование почв при изучаемых концентрациях привело к существенным изменениям физических свойств почвы. В верхней части при применении раствора исходного полиакриламида, НПАА и КПАА с массовой долей 0,4 % наблюдалось повышение доли агрономически важных фракции (0,1-0,5 мм) и уменьшение доли пылеватых фракций, особенно заметно при использовании образцов полимеров КПАА. Следует отметить, что при повышении концентрации полимеров и расходов их растворов наблюдалось закономерное уменьшение содержания пылеватой фракции за их агрегации (табл. 5). Испытание по определению агрегатного состава проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 11464-2011.

Как можно увидеть из данных табл. 5 исходная не обработанная почва характеризуется неудовлетворительной оценкой структурного состояния, т.к. количество мезоагрегатов составляет около 35 % (20-40 %) при сухом просеивании. Обработка 0,3 % раствором исходного образца ПАА повышает долю мезоагрегатов до 64,9 % за счет значительного сокращения пылеватых

фракции. Повышение концентрации раствора ПАА до 0,6 % повышает агрегацию почвенных частиц и при этом увеличивается доля макроагрегатов и снижается агрономически важных мезоагрегатов.

Таблица 5.

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

| Образец | С, % | Размер фракции (мм), % | | | K _с ** |
|---------|------|------------------------|---------|-------|-------------------|
| | | ≥10 | 0,25<10 | ≤0,25 | |
| Вода | - | 22,1 | 35,0 | 42,9 | 0,54 |
| ПАА | 0,3 | 21,9 | 64,9 | 13,2 | 1,85 |
| | 0,6 | 45,3 | 47,1 | 7,6 | 0,89 |
| НПАА70 | 0,3 | 13,4 | 55,5 | 31,1 | 1,24 |
| | 0,6 | 10,8 | 62,6 | 26,6 | 1,67 |
| КПАА70 | 0,3 | 18,8 | 76,7 | 4,5 | 3,29 |
| | 0,6 | 15,6 | 81,3 | 3,1 | 4,34 |
| НПАА98 | 0,3 | 9,8 | 55,1 | 37,1 | 1,17 |
| | 0,6 | 8,5 | 61,3 | 30,2 | 1,58 |
| КПАА98 | 0,3 | 10,9 | 67,7 | 21,4 | 2,09 |
| | 0,6 | 14,8 | 65,1 | 20,1 | 1,86 |

*-расход растворов составил 200 кг/Га; **-коэффициент структурности.

Наоборот, при повышении концентрации от 0,3 до 0,6 % растворов гидролизированных форм ПАА – НПАА70 и КПАА70 отмечается повышение доли фракции 0,25-10 мм. По оценке почвы после обработки с растворов КПАА соответствует отличному структурному состоянию, а НПАА оценивать можно как почву с хорошим агрегатным состоянием. Соответственно при обработке данными полимерами структурный коэффициент почвы повышается от 0,54 до 1,67 и 4,34. Более низкие значения коэффициента структурности при использовании НПАА70 связано с тем, что данные структуранты мало влияют на пылеватые частицы и по созданию коагуляционной структуры на почвенной системе уступает к КПАА70.

По значениям K_с образцы полиэлектролитов, полученных при температуре 98 °С, можно судить о более превосходных их характеристиках после образцов, полученных при 70 °С. Однако, структурная оценка после нескольких последовательных процессов орошения данные агрегаты разрушились, что вероятно в первую очередь связано с разрушением коагуляционных структур за счет растворимости данных сшивающих агентов. А в случае образцов, полученных при более низких температурах агрегированные частицы сохраняются, и поверхностную корку, даже после механического разрушения можно восстановить при следующих процессах орошения или дождя.

Несмотря на большее значение структурного коэффициента почвы, обработанной с НПАА98 и КПАА98 её коэффициент водопрочности по сравнению с другими изученными образцами. Следовательно, можно подтвердить ранние предположения о большей растворимости ПЭ, полученных при 98 °С по сравнению с другими образцами, и первые не

смогут образовывать при адсорбции на почвенных частицах трехмерную нерастворимую сеточную структуру.

Также установлено, что повышение физических характеристик почвы за счет обработки растворами полимеров способствует более продуктивному использованию сельскохозяйственными культурами запасов почвенной влаги. Внесение в почву ПЭ – НПAA и КПАА значительно увеличивает сохранение микроэлементов, т.к. азот и фосфор. За счет доступности и связанности с частицами почвы растения лучше обеспечиваются данными элементами (табл. 6). Вместе с тем в состав полимерного ПЭ входит органический углерод, азот. Поэтому связывание с частицами почвы повышает их с данными элементами.

Таблица 6.

Изменение количества азота и фосфора в результате структурообразования

| Образец | N (аммонийный), мг/кг | NO ₃ ⁻ , мг/кг | P ₂ O ₅ , мг/кг |
|---------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Вода | 4,6 | 13,5 | 0,45 |
| НПАА70 | 12,5 | 36,5 | 0,62 |
| КПАА70 | 18,9 | 47,8 | 0,79 |

Кроме механического, минералогического и химического состава, количество и качество органического полимера также играют важную роль в процессах образования структуры песка. При этом под термином качество полимерных веществ понимаются гидрофильные функциональные группы и их количество в макромолекуле. Чем больше молекулярная масса, тем меньше затраты на получение одинаковых прочностных свойств песков.

Содержание минеральных форм азота к концу вегетации значительно снизилось по всем вариантам опытов, но размеры его потерь на вариантах, оструктуренных с КПАА в количестве 200 кг/Га (0,5-1,0%), меньше, чем на контроле и вариантах с полимером НПAA и исходный ПАА. Следует ожидать, влияние улучшения агрофизических свойств и питательного режима почв при обработке их полимерными структурообразователями на увеличение урожая сельскохозяйственных культур. Опыты с растворами полиэлектролитов НПAA70 и КПАА70 вывели несколько различных данных о влиянии этих ПЭ на структуры песков (табл. 7).

Таблица 7.

Кинетика структурообразования в системе песка при обработке с раствором НПAA70 (6 мл на 4,9 см² поверхности 50 г песка) по консистометру Гепплера*.

| C, % | T ₀ | T ₁ | T ₃ | T ₆ | T ₁₀ | T ₂₀ | T ₃₀ | после 10 суток | Толщина корки (mm) | Влажность, через 1 сутки, % |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------------|
| 0,010 | 5,11 | 4,31 | 4,05 | 4,01 | 3,91 | 3,85 | 3,31 | 6,85 | 2 | 3,421 |
| 0,025 | 5,21 | 4,55 | 3,85 | 3,60 | 3,05 | 2,75 | 2,50 | 4,15 | 2 | 3,968 |
| 0,050 | 3,61 | 3,31 | 3,10 | 2,95 | 2,92 | 2,55 | 2,45 | 3,05 | 3 | 3,547 |
| 0,100 | 4,45 | 4,31 | 4,30 | 3,45 | 3,45 | 3,31 | 2,91 | 2,67 | 4 | 3,913 |
| 0,250 | 4,15 | 3,95 | 3,91 | 3,31 | 3,25 | 3,11 | 2,85 | 0,85 | 5 | 4,121 |
| 0,500 | 6,81 | 5,80 | 4,61 | 3,85 | 3,25 | 2,95 | 2,93 | 0,48 | 8 | 4,136 |

При одинаковых расходах растворов с различными концентрациями структурообразователей наблюдается ступенчатое изменение глубины погружения конуса консисометра. Вероятно, при низких концентрациях растворов структурантов главным влияющим фактором прочности структуры системы является дисперсный состав песка. С повышением концентрации растворов от 0,01 до 0,05 % наблюдается моментальное повышение прочности, что показано снижением глубины погружения конуса консисометра от 5,11 до 3,61 мм. Однозначно моментальное изменение (1 мин) не сможет быть критерием структурообразования в системе, т.к. глубина пропитки раствора может значительно меняться в зависимости от плотности расположения частиц песка. Однако, после 2 часов от начала процесса пропитки раствора структуранта сближение значений глубины погружения конуса, что показывает значительное количество оструктурированных частиц в системе. Прочность песков после суток практически мало отличается для концентрации 0,01-0,25. Однако, для системы, где использовалась 0,5 % раствор погружение конуса отличается меньшим глубиной.

Исследование КПАА70 для закрепления песков показало, что по показателям повышения механической прочности поверхностной части песков они уступают на НПАА70. Несмотря на одинаковые прочностные характеристики в начале процесса пропитки песков растворами КПАА после 10 дней их значения сильно различаются. При низких концентрациях КПАА70 (0,01-0,05 %) практически не проявляют закрепляющие характеристики после 10 дней обработки поверхности. Структурообразующий эффект можно наблюдать начиная с концентрации 0,1 % и при более 0,5 % нельзя заметить разницу прочностных характеристик НПАА70 и КПАА70. Однако, толщина корки и её влажность в случае КПАА70 значительно меньше по сравнению с натриевым образцом.

На основе полученных научных и экспериментальных результатов были проведены полевые испытания данных полимерных материалов. 0,5 % растворы приготавливались непосредственно перед использованием. Обработка проводилась посредством разбрызгивания свежеприготовленных суспензий на поверхность песков. Первая обработка проводилась после посадки саженцев *Gamanthus gamocarpus* в 14.03.2022, а вторая через неделю в 21.03.2022 г. Расход закрепляющего реагента составил 0,5 л на один саженец, т.е. средний расход реагента на 1 га составил 5 м³.

Средняя суточная влажность верхнего слоя после второй обработки составляла 8-8,2 % против 4,7-4,9 % для необработанных песков (обработано только водой в соответствующем количестве). При этом наблюдается образование поверхностной корки. Образование трещин корки после 1 сутки не наблюдалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что проведение процесса гидролиза полиакриламида марки РАА-GS АО «Навоизот» при температуре 65-70 °С, рН=11 и мольном соотношении MeOH/ПАА=1,6 в течение 2-2,5 ч способствует повышению молекулярной массы полиэлектролита от 650 до 1700-1800 кДа.

2. Конформационные изменения в процессе гидролиза макромолекул подтверждаются изменением складчатых и более сферических форм ПАА агрегатов на нити и фибриллы длиной около 2400-4560 и 1000 нм а также шириной 400 и 200 нм для НРАА50 и НПАА70. Дальнейшее повышение температуры гидролиза приводит к образованию глобулярных частиц диаметром примерно от 570-600 до 2500-5000 нм.

3. Результаты исследования подтвердили, что концентрация полиэлектролита в растворе влияет на динамическую вязкость и изменение рН среды. Образцы с натрием демонстрируют значительную зависимость от других образцов. В отношении гидрофобного паа наблюдалось увеличение скорости процесса осаждения в почвенной суспензии при обработке НРАА70 (0,05 мг/л).

4. Обработка 0,3 % раствором ПАА увеличивает количество мезоагрегатов с 35 до 64,9 %, что значительно снижает пылевые фракции, для образцов почвы с НРАА70 и КРАА70 доля этих частиц составляет 55,5 и 76,7% соответственно. Согласно оценке почвы после обработки раствором краа соответствует отличному структурному состоянию, а НПАА можно оценивать как почву с хорошим агрегатным состоянием. Соответственно, при обработке этими полимерами структурный коэффициент грунта увеличивается с 0,54 до 1,67 и 4,34.

5. Для поддержания высоких показателей структуры почвы ее необходимо обрабатывать растворами не менее 2-4 раз в течение вегетационного периода. При капельном орошении эффект полимерных растворов сохраняется и на второй год, а количество водостойких агрегатов более 1 мм в поверхностном слое на 12,5-20,0 % выше, чем в исходном образце. Применение полимерных растворов в течение 2 лет повышает значения КС и КС почвы в несколько раз, что свидетельствует о стабилизирующем действии ПЭ при обработке почвы.

6. Содержание минеральных форм азота к концу вегетации значительно снизилось по всем вариантам опытов, но размеры его потерь на вариантах, оструктуренных с КПАА в количестве 200 кг/Га (0,5-1,0 %), меньше, чем на контроле и вариантах с полимером НПАА и исходный ПАА.

7. Применение для стабилизации почвенных агрегатов растворов ПЭ улучшает стабильность агрегатов и увеличивает содержание $S_{орг}$. Следовательно, одновременное использование неорганических удобрений и полимеров не только увеличивает количество оструктурированных частиц, но и способствует повышению плодородия за счет повышения необходимых элементов и органического углерода в системе почвы. Установлено, что количество органического углерода зависит от количества оструктурированных частиц.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 AT TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH
INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

ABDURAKHIMOV DILMUROD XAYITMUROTOVICH

**SCIENTIFIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF THE CREATION OF
WATER-SOLUBLE POLYMERS FOR STRUCTURE FORMATION IN
MOBILE SANDS AND SOILS**

11.00.05-Environmental protection and rational use of natural resources

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

Tashkent – 2023

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy PhD in chemical is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2022.2.PhD/K524.

The dissertation has been prepared at the Institute of general and inorganic chemistry.

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council www.iktiti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational portal www.ziyoNet.uz.

| | |
|------------------------------|---|
| Research supervisor: | Kuldasheva Shakhnoza Abdulazizovna doctor of chemical sciences, professor |
| Official opponents: | Mukhamedov Kabiljon Gafurovich, doctor of technical sciences, professor Abdurahimov Khodjiakbar Abdurakhmanovich doctor of chemical sciences, associate professor. |
| Leading organization: | Namangan Institute of Engineering and Technology |

The defense of the dissertation will take place on 29 08 2023 at "11:00" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos Ibrat n/a. Shurabazar phone, tel.: (+99895) 144-67-83; E-mail: (tnixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The dissertation was registered at the Information and Resource Center of Tashkent Research Institute of Chemical Technology No. 2023/25, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone., tel.: (+99895) 144- 67-83, E-mail: (tnixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation was sent out 15 August 2023 year.
(distribution protocol No. 2023/25 dated 15 August 2023 year).



A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for
awarding of the scientific degrees,
Institute of Chemical Sciences, Akademik
ILMN TADQIQOT INSTITUTI

Sh.D. Shirinov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding the scientific degrees,
Institute of Chemical Sciences, Senior Scientific Scientist

I.S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: implementation of local polyacrylamide hydrolysis processes to obtain highly effective structurants for mobile sands and soils, as well as determination of the properties of the resulting polyelectrolytes.

The object of the research work: are Polyacrylamide PAA-GS and its hydrolyzed forms belonging to "Navoiazot" LLC, as well as mobile sand and soil samples of Kashkadarya region were selected

The scientific novelty of the dissertation research consists is as follows:

it was found that the highest values of the rate of hydrolysis of polyacrylamide are observed at 65-70 °C, which is associated with the viscosity characteristics of the polymer and a lower concentration of negatively charged particles for electrostatic repulsion of the hydrolyzing hydroxyl ion;

it was proved that in 0.1 and 0.3 M NaCl solutions, the yield of PAA hydrolysis is 46 and 48%, and in a solution without electrolyte, 38%, which increases the degree of PAA hydrolysis with an increase in the ionic strength of the reacting system;

the study of the influence of the nature of the hydrolyzing cation on the product yield revealed that in the region of low alkali concentrations ($\text{MeOH/PAA}=0.5\leq 1$) there is an increase in the degree of hydrolysis in the series $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ = \text{K}^+$ a, electrostatic repulsion of OH^- and $-\text{COO}^-$ weakens in reverse order $\text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+$;

it was found that an increase in the hydrolysis temperature to 80 °C contributes to an increase in the molecular weight of the initial PAA, and with a further increase in temperature (up to 98 °C) due to the breaking of the -C-C- bonds along the main chain and oxidation, the hydrolyzed samples are characterized by a large acid number at a relatively low values of viscosity of their solutions;

it was shown that the rate of sedimentation of the soil suspension when treated with CPAA has an average value of 2.5 cm³/min for the first 5 minutes, against 3.25 cm³/min for NPAA70, which shows a greater aggregating activity of hydrolyzed forms of acrylamide compared to the hydrophobic sample;

tillage with a 0.3% solution paa increase in soil mesoaggregates from 35 to 64.9% due to a decrease in the number of macroaggregates, and when using NPAA70 and KPAA70 solutions, an increase to 55.5 and 76.7% due to a decrease in microaggregates, proves a heterogeneous mechanism of action initial paa and its hydrolyzed forms on aggregates of soil particles.

Implementation of research results. Based on the scientific results on the production of polyelectrolytes – structurants for dispersed systems:

technology for obtaining structurants based on hydrolyzed polyelectrolyte for strengthening moving sands and soils has been put into practice at «Chemical Technology» LLC. (Reference of the Ministry of Natural Resources of the Republic of Uzbekistan dated April 12, 2023, № 03/01-21-244). As a result, the treatment with this structure-forming agent made it possible to eliminate such environmental problems as reducing the volatility of moving sand and soil in desert areas, increasing resistance to wind and water;

the technology of using polyelectrolytes on mobile sandy soils and the implementation of the process of phytomelioration (plant growing) has been put into practice in the Nishan district of Kashkadarya region (Reference of the Ministry of Natural Resources of the Republic of Uzbekistan dated April 12, 2023, № 03/01-21-244). As a result, the level of stability of the shifting sands of desert regions increases and dense germination of desert-resistant plants is ensured, which improves the ecological situation.

The structure and scope of the thesis. The composition of the dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of used literature and an appendix. The volume of the dissertation is 104 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; part I)

1. Kuldasheva SH.A., Abdurakhimov D.X., Axmadjonov I.L., Eshmetov I.D. Suvda eruvchan polimerlar yordamida qo'chma tuproq-qumlarda mustahkam struktura hosil qilish // "Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar" jurnali 1-son. Qo'qon sh. 2021 yil, 19-23 b. (OAK Rayosatining 2021- yil 31-martdagi qarori bilan OAK ilmiy nashrlar ro'yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo'yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

2. Kuldasheva, Sh.A., Abdurahimov D.X., Mamayusupov S.T., Djurakulova A.K., Choriyeva N.B. Structurants Based on Water-Soluble Surfactants for Fixing Mobile Sands and Soils of the Drained Bottom of the Aral Sea // Structurants Based on Water-Soluble Surfactants for Fixing Mobile Sands and Soils of the Drained Bottom of the Aral Sea International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 9, Issue 3, March 2022 19137-19142 p. www.ijarset.com. (05.00.00, №8).

3. Kuldasheva SH. A., Axmadjonov I.L., Abdurahimov D.X., Abdikamalova A.B., Eshmetov I.D. Ko'chma qum disperslarini mustahkamlashda yangi polimerlar–strukturantlar sintezi va ularning kolloid-kimyoviy xossalari // "Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar" jurnali 1-son. Qo'qon sh. 2022 yil 5 mart. 65-70 b. (OAK Rayosatining 2021- yil 31-martdagi qarori bilan OAK ilmiy nashrlar ro'yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo'yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

4. Shakhnoza Kuldasheva., Aziza Abdikamalova., Izzat Eshmetov., Dilmurod Abdurahimov., Aysha Sharipova., Gulbahor Nortojiyeva. Investigation of changes in the viscosity properties of acrylamide (co)polymer and their hydrolyzed forms depending on the conditions of their preparation // Polymer Bulletin <https://doi.org/10.1007/s00289-023-04875-6>, Accepted: 28 May 2023 © The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023 (Scopus, IF 3.2)

5. Abdurakhimov D.X., Ismailov B.M., Tanatarov O.R., Abdikamalova A.B., Kuldasheva Sh.A., Agzamova F.N. The Main Areas of Application of Water-Soluble Polymers of Acrylamide to Solve the Problem of Environmental Protection and Structure Formation in the Soil // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 9, Issue 11, November 2022. 20154-20157 p. Copyright to ijarset. www.ijarset.com. (05.00.00, №8)

II bo'lim (II часть; part II)

6. Aziza Abdikamalova, Shakhnoza Kuldasheva, Izzat Eshmetov, Dilmurod Abdurakhimov, Ilxomjon Akhmadjanov, Sanjarbek Mamayusupov. Polymers as soil structure–forming agents (overview). annals of forest research // Journal of

Forestry and Environmental Sciences Ann. For. Res. 65(1): 2797-2810 p, 2022 y.
<https://www.e-afr.org>. (Scopus, IF)

7. Axmadjonov I.L., Kuldasheva Sh.A., Abdikamalova A.B., Abdurakhimov D.X., Abdusamatov S.M Synthesis of water-soluble polymers for structure producer on mobile sand-soils // International Scientific and Scientific-Practical Online Conference on the topic "Ensuring Security Life Activity in the Sectors of the Economy: Perspectives, Problems of Social and Technical Systems " Novateur Publications, Pune, Maharashtra, India JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal ISSN: 2581-4230, May 25th – 26th 2021. 920-924 vol.
Website: journalnx.com.

8. Kuldasheva SH.A., Axmadjonov I.L., Abdurakhimov D.X. Qashqadaryo choʻl hududlari koʻchma qumlarida yuza mustahkam struktura hosil qilishning ahamiyati // “Kimyo-texnologiya fanlarining dolzarb muammolari” mavzusidagi Xalqaro olimlar ishtirokidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Toshkent sh 2021 yil 10-11 mart. 426-427 b.

9. Kuldasheva Sh.A., Abdurakhimov D.X., Misirov Z.X. Ishlab chiqarish korxonalarining atrof muhitga taʼsiri: kislotali yomgʻirlar va ularning oqibatlari // “Oʻz kimyosanoat” AJ “Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti” MChJ “Metallorganik yuqori molekulyar birikmalar sohasidagi dolzarb muammolarning innovatsion yechimlari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari. Toshkent sh. 28 may 2021 yil, 373-376 b.

10. Kuldasheva SH.A., Abdurakhimov D.X., Razzokova Z.A. Sanoat korxonalarining atmosfera havosi va tuproqqa taʼsiri // Qarshi davlat universiteti “Tuproq unumdorligini saqlash, oshirish va uni muhofaza qilishning dolzarb muammolari” mavzusida respublika ilmiy anjumani materiallari. Karshi sh. 2021 yil 8 iyun. 148-151 b.

11. Axmadjonov I.L., Kuldasheva Sh.A., Abdikamalova A.B., Abdurakhimov D.X. Koʻchma qumli tuproq qumlarda mustahkam struktura hosil qilish-dolzarb ekologik muammo // Ташкентский химико-технологический институти Республиканской конференции с зарубежным участием «Иновационные технологии в химической и строительной отраслях промышленности и решение актуальных экологических проблем» Ташкент г 23-24 ноября 2021 года. С.22-23.

12. Кулдашева Ш.А., Адизова Н.З, Абдурахимов Д.Х. Особенности многофункциональных композиций с использованием мхд для закрепления подвижных почвогрунтов и песков // Formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences: a collection scientific works of the International scientific conference Italy.(13 March, 2022). ISSUE 7 – 249 p. 225-228 p.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6345131>.

13. Kuldasheva SH.A., Axmadjonov I.L., Abdurahimov D.X., Mamayusupov S.T. Suvga chidamli agregatlar hosil boʻlishining strukturantlar konsentratsiyasiga bogʻliqligini baholash // «Иновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Посвящена 75-летию Доктора химических наук, профессора Шарипова

Хасана Турабовича Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года. С.788-789.

14. Кулдашева Ш.А., Адизова Н.З., Абдусаматов С.М. Абдурахимов Д.Х. Экологические рекомендации по усовершенствованию технологии закрепления подвижных почвогрунтов и песков в Бухара-Хивинском регионе // академия наук республики узбекистан институт общей и неорганической химии ан руз «инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» посвященная 90-летию со дня основания лаборатории Химии и химической технологии силикатов АН РУз, памяти заслуженного деятеля науки Узбекистана, д.х.н., проф. Н.А.Сиражиддинова и приуроченный Международному году «Стекло-2022». Ташкент-2022г. 10-15 января. С.454-458.

15. Sh.A.Kuldasheva. D.X.Abdurahimov Cho‘l hududlari ekologiyasi va ularning zamonaviy muammolari // Scientific approach to the modern education system: a collection of scientific works of the International scientific online conference (5th February, 2022) – France, Paris: "CESS", 2022. Part 1– 258 p. 35-40 p. www.interonconf.com

16. Kuldasheva Sh.A., Abdikamalova A.B., Abdurahimov D.X., Mamayusupov S.T. Structure-forming and stabilizing effect of polyelectrolytes on mineral systems // «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Посвящена 75-летию Доктора химических наук, профессора Шарипова Хасана Турабовича Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года. С.766-768.

17. Boymirzaev A.S., Kuldasheva Sh.A., Abdurahimov D.X., Abdullaev O.O. Gidrolizlangan poliakrilamidning elektrostatik xossalari ni o‘rganish // Akademik A.G‘.G‘aniev va akademik N.A.Parpiev хотirasiga bag‘ishlangan “Kompleks birikmalar kimyosi va analitik kimyo fanlarining dolzarb muammolari” respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi materiallari to‘plami (2022 yil 19-21 may). Termiz: “TerDU bosmaxonasi”, 2022. 1-qism, 237-238 b.

18. Kuldasheva Sh.A., Abdurahimov D.X. Tuproq degradatsiyasini oldini olishda tuproq kolloidlarining ahamiyati // Международной научно-технической конференции «Современные проблемы экологии и охраны окружающей среды и биотехнологии» (15-16 июня 2022 г.) Ташкент 2022 г. С.726-727.

19. Kuldasheva Sh.A., Abdurahimov D.X., Abdikamalova A.B., Mamayusupov S.T., Nortoijiyeva G.R. Synthesis of a new polymer material and evaluation of its structure-forming and fixing characteristics // “Kimyo va kimyo ta’limi muammolari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami (2022 yil 20 sentabr) Qo‘qon – 2022. 40-42 b.

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

Босишга рухсат этилди: 15.08.2023 йил
Бичими 60x84^{1/16}, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 2,7. Адади 100. Буюртма № 148
Т

Гувоҳнома № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй