

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02.30.12.2019.К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**АХМАДЖОНОВ ИЛҲОМЖОН ЛУҲМОЛОВИЧ**

**ҚУМ ВА ТУПРОҚЛАРДА СТРУКТУРА ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ СУВДА  
ЭРУВЧАН ПОЛИМЕРЛАР ЯРАТИШ ВА УЛАРНИНГ КОЛЛОИД-  
КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.11-Коллоид и мембрана кимёси  
(кимё фанлари)**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

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

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Ахмаджонов Илҳомжон Луҳмонович**

Қум ва тупроқларда структура ҳосил қилувчи сувда эрувчан полимерлар яратиш ва уларнинг коллоид-кимёвий хоссалари..... 3

**Ахмаджонов Илҳомжон Луҳмонович**

Создание структурообразующих водорастворимых полимеров песков и почвогрунтов и их коллоидно-химические свойства..... 21

**Axmadjonov Ihomjon Luhmonovich**

Creation of structure-forming water-soluble polymers of sands and soil and their colloidal-chemical properties..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 43

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02.30.12.2019.К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**АХМАДЖОНОВ ИЛҲОМЖОН ЛУҲМОЛОВИЧ**

**ҚУМ ВА ТУПРОҚЛАРДА СТРУКТУРА ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ СУВДА  
ЭРУВЧАН ПОЛИМЕРЛАР ЯРАТИШ ВА УЛАРНИНГ КОЛЛОИД-  
КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИ**

**02.00.11-Коллоид и мембрана кимёси  
(кимё фанлари)**

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузурдаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/K401 рақами билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифада [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) манзилига ҳамда «ZiyoNET» ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Кулдашева Шахноза Абдулазизовна</b> кимё фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Ахмедов Улуғ Каримович</b> кимё фанлари доктори, профессор
	<b>Хандамов Даврон Абдуқодирович</b> кимё фанлари доктори, доцент
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Наманган муҳандислик-технологиялари институти</b>

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузурдаги илмий даражалар берувчи DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «27» январь соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент ш., М.Улуғбек кўчаси 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanguz@mail.ru](mailto:ionxanguz@mail.ru)).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2- рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100170, Тошкент ш., М.Улуғбек кўчаси 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60, e-mail: [ionxanguz@mail.ru](mailto:ionxanguz@mail.ru).

Диссертация автореферати 2022 йил «14» январь куни тарқатилди.

(2022 йил «14» январдаги № 2-рақамли реестр баённомаси).



**Б.С.Закиров**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

**Д.С.Салиханова**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

**И.Д.Эшметов**  
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси ўринбосори, т.ф.д., проф.

## КИРИШ (фалсафа доктори диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бутун дунёда кўчма кумларни шамол эрозиясидан мустаҳкамлаш ва структура шаклланиши туфайли етарлича мустаҳкам сирт қобилини яратиш орқали уларнинг атмосферага кўтарилишини олдини олиш муаммоси долзарб ҳисобланади. Бу соҳадаги муҳим истиқболли йўналишлардан бири кўчма тупроқ ва кум дисперсларида арзон, топилиши осон саноат чиқиндилари асосида олинган мустаҳкам структура ҳосил қилувчи янги мустаҳкамловчи кўшимчалар олиш ҳисобланади. Кўчма кумларда ва тупроқ дисперсларида структура ҳосил қилишда мустаҳкамловчи полимер реагентларни танлаш ва уларнинг структура ҳосил қилиш жиҳатларини аниқлаш муҳим аҳамият касб этади. Таъкидлаш жойизки, катта майдондаги кўчма кум дисперсларини саноат чиқиндилари асосида олинган бириктирувчилар билан мустаҳкамлаш ва мустаҳкам структуранинг физик-механик ва кимёвий мелиорация усуллари аниқлаш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда маҳаллий хомашё асосида янги сувда эрувчан полиэлектrolитлар яратиш бўйича қатор илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада кум ва тупроқ дисперсида структура ҳосил қилувчи структурант сифатида сувда эрувчан полимерларни синтез қилиш, жараён шароитлари, олинган полиэлектrolитлар таркиби ва хусусиятлари ўртасидаги боғлиқликни ўрнатишга, уларни кўчма кумларни мустаҳкамлашда қўллаш имконияти, мустаҳкамлаш кўшимчаларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда чўл ҳудудлари кўчма тупроқ ва кумларини мустаҳкамлаш борасида, жумладан, сувда эрувчан полимерлар, сирт фаол моддалар, реагентлар ишлаб чиқиш бўйича маълум илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи ва тўртинчи йўналишларида «...одамлар яшашининг экологик хавфсизлигини таъминлаш, маиший чиқиндиларни қайта ишлаш комплексларини куриш ва модернизация қилиш, уларнинг моддий-техника базасини мустаҳкамлаш...»<sup>1</sup>га қаратилган муҳим вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, саноат ишлаб чиқариши ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг замонавий талабларига жавоб берадиган саноат чиқиндилари асосида юқори самарали мустаҳкамловчи реагентларни яратиш, структуравий хусусиятлар, ишлаб чиқариш шароитлари ва уларнинг структуравий хусусиятлари ўртасида боғлиқликни аниқлаш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги Қарори ва Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 24 декабрдаги 363-сон «Орол денгизи бўйидаги экологик офат оқибатларини юмшатиш бўйича халқаро ҳамкорлик тараққиёти» тўғрисидаги қарорида, шунингдек мазкур соҳада қабул қилинган меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Табиатни муҳофаза қилиш ва ундан оқилона фойдаланиш» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дунёда сувда эрувчан полимерлар, полиэлектrolитлар ёрдамида кўчма кумлар ва тупроқларнинг структуравий шаклланиши коллоид кимё соҳасида Ҳашимото Х., Матсумото Осаму, Цуруи Масаи, Ерсолани Д., Гринзи Ф., Нагата К. И., Яно Н., Нагамори С., Рибиндер П. А., Морозов С.С., Мичурин Б.Н., Левандюк А. Г., Лйков М. А., Баталёва Ш.В., Мусабеков К.В. ва бошқалар илмий мактабларида фаол изланишлар олиб борилган.

Ўзбекистонда К.С. Ахмедов раҳбарлигида мактаб ташкил этилган бўлиб, унинг вакиллари: Е.А. Арипов, Ф.Л. Глекел, С.С. Хамраев, С.Н. Аминов, А.А. Агзамходжаев, У.К. Ахмедов, С.А. Абдурахимов, С.З. Муминов, Г.У. Раҳматқариев, Б.Н. Хамидов, Г.Р. Нарметова, В.П. Гуро, И.К. Сатаев., Ш.А.Кулдашева, И.Д. Эшметов, О.К. Беисенбаев, Б.Н. Нуриев ва бошқалар унинг ривожига салмоқли ҳисса қўшдилар.

Таъкидлаш керакки, саноат чиқиндиларидан полиэлектrolитлар асосида самарали мустаҳкамловчиларнинг янги турларини ишлаб чиқариш ва қўллаш технологиясини яратиш ҳали амалга оширилмаган. Уларнинг ишларида асосан, юқори дисперсли зарралар (лой, кум ва бошқалар) учун кимёвий мустаҳкамловчиларни (сувда эрувчан электrolитлар, СФМ, полимерлар) ишлаб чиқиш ва кимёвий мустаҳкамлаш усуллари таклиф қилинган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №А-ФА-2019-37 «Қўнғирот сода заводи чиқиндилари асосида кум ва тузли тупроқлар бўронларини олдини олувчи янги авлод реагентларини яратиш» (2019-2021й.й.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** кўчма кум ва тупроқларда структура ҳосил қилувчи, сувда эрувчан полимерларни синтез қилиш ва уларнинг коллоид-кимёвий хусусиятларини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Орол кўчма тупроқ ва кумларининг кимёвий, минерологик таркибини ўрганиш;

кўчма кумларда структура ҳосил бўлиш жараёнларини бошқариш имкониятларини аниқлаш ва асослаш;

кўчма кумларни гомоген ва гетероген системалар билан мустаҳкамлаш имкониятларини ўрганиш;

ПАН чиқиндиси ва янги полимерни гидролизловчи реагент сифатида: NaOH; Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ва дистиллер суюқлиги эритмалари билан гидролиз жараёнларини ўрганиш;

полимерларнинг гидролизланиш жараёни шароитларининг уларнинг структура ҳосил қилиш хусусиятларига таъсирини тадқиқ қилиш;

саноат чиқиндилари бўлган ПАН ва дистилляр суюқлиги асосида мустаҳкамловчи реагентларни олишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш ва тажриба синов партияларини олиш, шунингдек кўчма кумларни мустаҳкамлаш бўйича дала тажриба ишларини олиб бориш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида нитрон толаси чиқиндиси, дистилляр суюқлиги (ДС), малеин кислотаси (МК) ва акриламид сополимери (ААС) ва улар асосидаги кўчма кумларни мустаҳкамловчи реагент намуналари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** полимер мустаҳкамловчи реагентларни синтез қилиш усуллари, шунингдек уларнинг коллоид-кимёвий, мустаҳкамлаш хусусиятлари ва кум дисперслари билан ўзаро таъсирлашиш механизмларидан иборат.

**Тадқиқот усуллари.** Диссертация ишини бажаришда минерал дисперслар ва юқоримолекуляр полиэлектрولитларнинг физик-кимёвий хусусиятларини аниқлашнинг замонавий ва анъанавий: рентгенофазавий, термогравиметрик, ИҚ-, атом-адсорбцион спектроскопия, электрон микроскопик ва бошқа кўплаб физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий (визкозиметрик, консистометрик) усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:**

полидисперс кум тизимида мавжуд каналларнинг эквивалент диаметри қийматлари 3,42-3,91\*10<sup>-2</sup> мм ни ташкил қилади, бунда кум тизими учун мустаҳкамлаш жараёнларида тортишиш кучини ҳисобга олиш зарурати исботланган;

кўчма кумларни гомоген ва гетероген тизимлар билан мустаҳкамлаш имкониятлари: мустаҳкамланиш жараёнлари кинетикаси ва пластик мустаҳкамлик ўзгаришини таҳлили, мустаҳкамловчининг гравитацион ёки капилляр кучлар таъсирида бўшлиқда эркин оқим ҳосил қилиб ютилиши боғловчи турига, шунингдек кумнинг таркибига боғлиқлиги аниқланган;

ОПАН ва МКАА гидролизланиш жараёнига турли омилларнинг таъсирида, юқори структура ҳосил қилувчи хусусиятларга эга бўлган бириктирувчи қўшимчаларни олиш учун мақбул шароитлари: гидролиз тизимининг рН даражаси 12-13,5; биринчи босқич (1 соат) ҳарорати 65-70°C, сўнгги босқичда (1-1,5 соат) 90-95°C аниқланган;

натрий гидроксиди ва натрий силикат билан гидролизланганда, жараён уними Na-ОПАН ва NaSi-ОПАН намуналари учун мос равишда 43,2 ва 41,9%

энг юқори қийматларга эга бўлиб, бунда кислота сони қиймати совунланиш ва  $\text{-COONa}$  груҳининг шаклланиши ҳисобига нисбатан пастроқ қийматларга 118 ва 168 мг/г эга эканлиги аниқланган;

қумларга  $\text{NaSi-MKAA}$  ( $\text{KSi-}$ ),  $\text{Ca-MKAA}$ ,  $\text{NaSi-OPAN}$ ,  $\text{Ca-OPAN}$  намуналарини сингдириш мустаҳкамликни ошишига олиб келади, КМЦ эритмасини сингдириш эса, аксинча камайишига, шунингдек  $\text{Na-MKAA}$  эритмаси учун тўйинганлик каэффиценти қийматлари  $\text{K-MKAA}$ ;  $\text{Na-OPAN}$ ; гипан ва КМЦ намуналардан мос равишда 1,12; 1,34; 1,47 ва 1,48 марта катта эканлиги бу эритманинг боғловчи сифатида ортиқча эканлигини исботланган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

саноат чиқиндилари асосида сувда эрувчан полимерларни синтез қилиш кўчма қум ва тупроқларда структура ҳосил қилиш билан чўл ҳудудлари экологик муаммоларини олдини олиш имкониятлари асосланган;

кўчма қум ва тупроқ дисперсларида структурани шакллантириш учун ПАН ва дистилляр суюқлиги асосида мустаҳкамловчи воситасини олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** олинган натижалар физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий воситалардан фойдаланган ҳолда илмий изланишлар олиб борилди, Қўнғирот Сода заводи базасида лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитида тажриба синовлари ўтказилди ва синов далолатномалари билан асосланади.

#### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ПАН ва юқори структура ҳосил қилувчи хусусиятларга эга дистиллер суюқлиги асосида сувда эрувчан полимер бириктирувчи реагентларни синтез қилиш методологиясини ишлаб чиқиш қум дисперслари билан ўзаро таъсир қилиш механизми ва қонуниятларини ва полимер бириктирувчи материалларнинг мақсадли гидролизланиши учун сувда эрувчан полиэлектролитларни аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида мустаҳкамловчи реагентларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш билан чўл ҳудудлари автомобиль йўллари кум қопламаслигини олдини олади ва йўл қурилишида кўчма қумларни атмосферага кўтарилиши камайтириб республиканинг айрим экологик муаммоларини ҳал этишда хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.** ПАН чиқиндилари асосида полимер мустаҳкамловчиларни олиш бўйича илмий натижалар асосида:

ПАН чиқиндилари ва дистиллер суюқлиги асосида олинган  $\text{Ca-OPAN}$  бириктирувчиси «Қўнғирот сода заводи» УКнинг «2022-2023 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истикболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (Қорақалпоғистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қўмитасининг 2021 йил 29 ноябрдаги 02/18-2563-сон



маълумотнома). Натижада, кумларни мустаҳкамлаш учун сувда эрувчан полимерни яратиш билан бирга, дистиллер суюқлигидан фойдаланиш имконини беради;

Кўчма кум ва тупроқларни мустаҳкамлаш учун ишлаб чиқилган бириктирувчи композициялар Қорақалпоғистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қўмитасининг «2022-2023 йилларда амалиётга жорий жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (Қорақалпоғистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қўмитасининг 2021 йил 29 ноябрдаги 02/18-2563-сон маълумотнома). Натижада, кўчма тупроқ ва кум дисперслари юзасида мустаҳкам структура ҳосил бўлиши билан бир қаторда, мустаҳкамловчи аралашмалар республикамиз чўл ҳудудлари экологик муаммоларини бартараф этиш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Ушбу тадқиқот натижалари 9 халқаро ва 6 республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинди.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, 7 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг (PhD) асосий натижаларини нашр этиш тавсия этилган журналларда 6 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида олиб борилган тадқиқотларнинг долзарблиги, тадқиқот мақсади ва вазифалари, тадқиқот объектлари ва предмети ифодаланган бўлиб, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти баён қилинган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этиш ҳамда чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **"Кум ва тупроқ дисперсларида структура ҳосил бўлишининг моҳияти. Сувда эрувчан полимерлар ёрдамида сунъий структура ҳосил қилиш тажрибаси"** деб номланган биринчи бобида кўчма кумларни маҳкамлаш имкониятлари, кум ва тупроқ дисперсларида структура ҳосил қилиш муаммолари, физик-механик ва кимёвий мелиорация усуллари таҳлил қилинган. Шунингдек, замонавий полимер материаллар – дисперс системаларнинг структура ҳосил қилувчи хусусиятлари тўғрисидаги маълумотлар батафсил баён этилган. Адабиётларни таҳлил қилиш асосан кўчма кум ва тупроқларда мустаҳкам структура ҳосил бўлишида маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндилари жумладан, дистиллер суюқлиги (ДЖ),

полиакрилонитрил толаси (ОПАН) ва бошқалардан фойдаланиб янги полимер-мустаҳкамловчиларни синтез қилиш имкониятини берган. Шу билан бир қаторда, адабиётларни таҳлил қилиш ушбу тадқиқот ишининг мақсади ва вазифаларини шакллантирида аҳамиятлидир.

Диссертациянинг **"Тадқиқот объектларини танлаш ва уларнинг хусусиятларини аниқлашнинг асосий усуллари"** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари ва кўчма кумларни мустаҳкамлаш учун танланган кимёвий реагентлар, ПЭ ва материалларнинг хусусиятлари ҳақида маълумотлар келтирилган, шунингдек асосий тадқиқот усуллари баён этилган.

Кўчма кумларни мустаҳкамловчи қўшимчаларга биринчи тадқиқот объекти сифатида дистиллер суюқлиги (ДС) танланган. Шунингдек, ушбу бобда дистиллер суюқлигининг ГОСТ 23981.1 "Кимёвий таҳлил усуллари" га мувофиқ ўтказилган таҳлил натижалари бўйича маълумотлар келтирилган.

Структуравий қобик яратиш учун иккинчи тадқиқот объекти сифатида ПАН (ОПАН) «Навоий АЖ» чиқиндиси танланган. Бу чиқинди сарғиш-жигарранг кўпинча турли хил рангда бўлиб, ип ёки тола кўринишига эга. Оғирлиги 30000-50000 дан юқори бўлган зичлиги 1,14-1,15 г/см<sup>3</sup> (20°С), деярли 220°С гача юшмайди чизикли полимердир. У қуйидаги технологик хусусиятларга эга: унинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари капрон билан таққосланади; нисбий чўзилиш 10-15% ПАН техник хусусиятларидан кўра деярли 2 баравар кам; намликни ассимиляция қилиши 20°С да 0,9-1,0%. ОПАН оддий эритувчилар, ёғлар таъсирига кимёвий жиҳатдан чидамли; атмосфера шароитлари ва қуёш нурлари таъсирида ўзгармайди; диметилформаид, диметиласетаид, этилен карбонатларда, LiBr, NaCNS, ZnCl<sub>2</sub>+CaCl<sub>2</sub> тузларининг концентранган сувли эритмаларида, концентранган HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> да эрийди.

Мўйноқ тумани кум ва тупроқларининг ўрганилган намуналари асосан асосий ионларнинг таркиби билан фарқ қилади, шу туфайли умумий туз миқдори ҳар хил қийматга эга. Шу билан бирга физик гилнинг таркиби (0,01 мм дан кичик зарралар) кумлар учун 23,9 ва тупроқлар учун 8,6 ни ташкил этади. Физик гилнинг юқори қийматлари катта миқдордаги SiO<sub>2</sub> заррачаларининг мавжудлиги билан боғлиқ бўлиб, бунда агрегатланиш йўқлиги туфайли улар орасида боғланишлар ҳосил бўлмаганлиги билан боғлиқ.

Диссертациянинг **"Кўчма кумларни гомоген ва гетероген тизимлар билан мустаҳкамлаш имкониятини ўрганиш"** деб номланган учинчи бобида кум тизимидаги канал ўлчамлари ва уларнинг механик зичлашишига, реагентнинг турли омиллар таъсирида структура ҳосил қилиши бўйича маълумотлар келтирилган. Шунингдек, кўчма кумларда структура ҳосил бўлиш жараёнларини бошқариш имкониятлари ўрганилган.

Ҳатто бир хил ҳудуддаги кўчма кум ва тупроқ зарралари намунаси шакли ва ўлчамлари билан фарқ қилиши мумкин. Шунинг учун мустаҳкамловчи қўшимчалар турли ўлчамдаги каналлар таъсирига ўтади.

Маълумки, канал ўлчамлари  $10^{-2}$  мм дан кам бўлганда, суюқликни аралаштиришда тортишиш кучини эътибордан четда қолиши мумкин эмас. Шу сабабдан турли омилларнинг таъсирини аниқлаш учун полидисперс кум тизимида яратилган каналларнинг эквивалент диаметрини аниқлаш аҳамиятли ҳисобланади.

Ўрганилаётган кумлар учун каналларнинг эквивалент диаметри (3,42-3,91)  $\cdot 10^{-2}$  мм га тенг. Ғоваклиги  $>44\%$  юқори бўлган кум тизимида мавжуд каналларнинг диаметри  $1,6 \cdot 10^{-2}$  мм эканлиги аниқланди ва бу тизим учун мустаҳкамлаш жараёнларини ўрганишда тортишиш кучи муҳим аҳамиятга эга эканлиги исботланган. Шунинг учун кум тизимини мустаҳкамлаш жараёнларини ўрганишда гравитацион куч мустаҳкам структура ҳосил бўлишида ҳал қилувчи омил бўлиши мумкин.

Турли реагентларни қўллаб кумларнинг мустаҳкамланиш жараёни кинетикаси ва пластик мустаҳкамлигини ўзгаришини таҳлил қилиш гравитацион ёки капилляр кучлар таъсирида бўшлиқларда эркин оқим ҳосил бўлиши билан мустаҳкамловчининг кириш шароити боғловчи модда турига ва кумнинг таркибига боғлиқлигини кўрсатди. Демак, биринчи навбатда 10.92 ва 4% миқдорда асосан кальций ва натрий хлоридни ўз ичига олган ДС эритмасининг кум хоссаларига таъсирини кўриб чиқамиз.

1-жадвалда ДС нинг кум каналларига кириб келишида эритма ҳажмидаги ўзгаришларни тавсифловчи маълумотлар келтирилган.

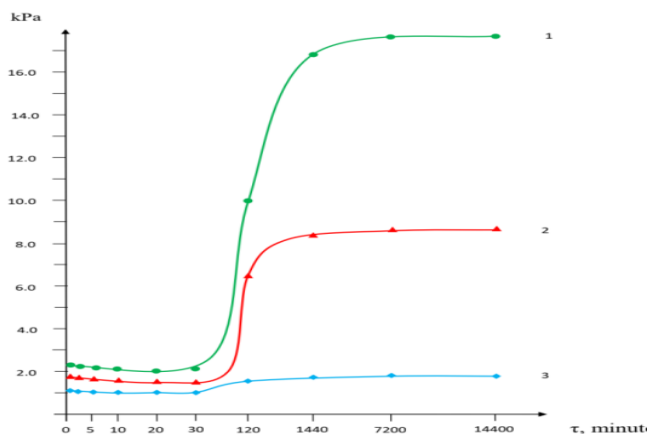
1-жадвал.

ДС нинг кумга шимилишида  $0,25 \text{ кг/см}^2$  оғирликдаги конус ботиш чуқурлигининг ўзгариши

ДС ҳажми, мл	Конус оғирлиги, мм								Юза қалинлиги (мм)	
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>30</sub>	2 соат 1 кундан кейин		
4	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	4,4	4,16	3
6	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	2,18	1,94	8
8	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	1,75	1,35	10

ДС нинг кум ғовақларига кириб бориш ҳажмига таъсир этувчи асосий омиллардан бири каналларнинг катталиги бўлиб, бу кум заррачалари юзасининг суюқлик билан ўзаро таъсир этиш жараёни ва ҳоказоларга боғлиқ бўлиши мумкин. Жадвалда келтирилган маълумотларга кўра, шимдириш пайтидан кейинги соатгача конус ботиш чуқурлигининг ортиши кузатилади. Кейинчалик, шимдириш чуқурлигининг янада камайиши ҳосил бўлган мустаҳкам структурада коагуляцион структуранинг шаклланиши қисман кристаллизация шаклга ўтиши билан изоҳланади. Эҳтимол, дастлабки дақиқаларда конус чуқурлигининг ортиши билан шимдириш чуқурлигининг ортиши жараёни табиатда содир бўлиб турадиган механик суффозия деб аталадиган яъни суюқликни филтрланиши туфайли энг кичик зарраларнинг ювилиши натижасида кумларни юмшаши билан боғлиқ бўлиши мумкин. Энг кичик заррачаларнинг бундай ўтиши, агар катта фракциялар зарраси диаметрининг кичик фазанинг зарра диаметридан 20 баравар ортиқ бўлсагина

ҳақиқий ҳисобланади. Бироқ, маҳкамловчи суяқлик ҳажмининг 4 мл дан 8 мл гача ортиши конуснинг 5,29 дан 3,65 мм гача ботиш ҳажмининг камайишига олиб келади, бу эса эритмани шимдириш туфайли қум тизимининг зичлашишига сабаб бўлиши мумкин. Ҳар қандай суяқлик ва ҳатто сувни шимдирганда ҳам қумда сиқилиш ҳолати кузатилади. Сувдан фойдаланишда энг кичик заррачаларнинг ювилиши натижасида, ғовакликнинг ортишини тасдиқлаш мумкин. Бироқ, ҳажми 4 мл сув шимдирилганда, конус ботишининг дастлабки вақти 6,15 мм бўлиб, бу ДС (5,29) билан олинган қийматлардан сезиларли даражада кўпдир. Бу ҳолат ДС билан шимдирилган қумларда мустаҳкамликнинг ошганлиги нафақат механик зичлик билан, балки биринчи навбатда қум заррачалари юзасининг  $\text{CaCl}_2$  (кальций хлор) компонентлари билан ўзаро таъсирлашиш хусусиятига боғлиқдир. Юқорида таъкидланганидек, суяқлик компонентларининг каналлар юзаси билан ўзаро таъсири тизим каналлари орқали суяқлик оқимининг ўзгаришига ва уларни тикилиб қолишига олиб келади, бу эса суяқлик оқимининг кейинги ҳаракатини қийинлашишига олиб келади. Бу хулоса қобикда ҳосил бўлган жараён натижалари билан тасдиқланади. Мустаҳкамловчи суяқлик ҳажмининг ортиши билан қобикнинг қалинлиги ҳам ортади. Қобик пастки қисмининг нотекислиги сезиларли даражада ошади ( $h_0 \neq h_1 \neq h_3$  ва бошқалар.), бу эса, шимдириш ҳажмининг каналлар ҳолатига боғлиқлигини исботлайди.



**1-расм. ДС турли ҳажмлари таъсирида қумнинг пластик мустаҳкамлигининг ўзгариши:  
1) 8 мл; 2) 6 мл; 3) 4 мл.**

Албатта, қум тизимида ҳосил бўлган қобикни сув таъсирида чиқариб бўлмайди. Бундай ҳолда, қобикнинг ҳосил бўлишини тасдиқлаш ҳам қийин. Қобик хусусиятларининг яна бир кўрсаткичи сифатида унинг 1;5; ва 10 кундан кейин намлик қийматлари аниқланди. Эҳтимол, қобикнинг намлиги унинг мустаҳкамлик қийматларига таъсир қилади. Бу ҳолатда мустаҳкам қобикнинг ҳосил бўлиши кальций хлорид билан боғлиқ. Шимдирилган қумнинг намлиги 1;5 ва 10 кундан кейин мос равишда 2,7; 2.4 ва 1,2% ни ташкил этади. Намликнинг пасайиши кристалланган қобикнинг мустаҳкамлик параметрларини пасайишига олиб келади. Бироқ, 30 кундан сўнг ДС нинг шимилиши натижасида кристалланган структуранинг баъзи бир миқдори сақланиб қолади, бу эса қумларда мустаҳкамлик қийматини ошишидан далолат беради. Қобикнинг намлиги асосан суяқлик таркибий хусусиятларига боғлиқ бўлиб, буни бошқа мустаҳкамловчи қўшимчалар билан таққослаганда билинади.

Пластик мустаҳкамлик бошланғич структурасиз кумнинг структурали шаклларга айланиши давомида ҳосил бўлган мустаҳкамликни тавсифлайди. Кўчма кумларни мустаҳкамловчи кўшимчалар таъсирида вақт ўтиши билан кумларда пластик мустаҳкамликнинг ўзгариши эгри чизиклар бўйича иккига ажратилади: структуранинг ҳосил бўлиш даври ва қотиш даври. 1-расмда ДС билан ишлов берилган кумларда пластик мустаҳкамликнинг ўзгариши келтирилган. Диаграмманинг эгри чизикларида кўрсатилганидек, кумларнинг зичлашиш даври мустаҳкамловчи суюқликларнинг ҳажмига ва уларнинг миқдорини ўзгартириши орқали кумнинг структура мустаҳкамлиги кенг чегараларда ўзгариши мумкин. 50 г кумга 8 мл ёки ундан кўп суюқлик сарфланиши билан у жуда мустаҳкам сирт ва чуқур структура ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Муйноқ тумани шўрхок кумларининг мустаҳкамлик хусусиятларини ошиши суюқ шиша (СШ) эритмасини сепиш жараёнида кузатилади. СШ ҳажми 4 мл дан 8 мл гача оширилганда конус ботишини деярли 2 марта камайишига олиб келади. СШ нинг 6% ли эритмаси таъсирида кум системасида коагуляция-кристалланиш структураси мустаҳкамлигининг ўзгаришини характерловчи маълумотлар 2-жадвалда келтирилган.

Эҳтимол, қобикнинг бир зумда қаттиқлашиши кум тизимидаги кимёвий ўзгаришлар натижасида ҳосил бўлган  $\text{SiO}_2$  гели туфайли каналларнинг тикилиб қолиши натижада кум системасида кимёвий ўзгаришлар содир бўлади. Суюлтирилган эритмаларда концентрланган натрий силикатнинг икки валентли металллар, хусусан кальций ва магнийнинг тузлари билан ўзаро таъсири суюқ шишадан электролит тузларини ажратувчи силикат кислота плёнкасининг жуда тезликда ҳосил бўлиши билан тавсифланади. Шимдирилган кумларнинг кимёвий таркибини ўрганиш шуни кўрсатдики, шимдириш жараёни бошланиши билан суюқ шишанинг асосий миқдори юза қатламда сақланиб қолиши билан тавсифланади. Унинг миқдорини чуқурликда камайиши, эҳтимол, суюқликнинг қолган қисми босим остида парчланиб, электролитлар юзаси билан суюқлик орасида плёнка ҳосил бўлиши билан боғлиқ. Бунда тузларнинг шимдирилаётган суюқликнинг янги қатламлари билан боғланиши туфайли плёнка ҳосил бўлиши бир неча маротаба кузатилади. Шимдирилган кумларнинг пластик мустаҳкамлигидаги ўзгаришларни ўрганиш, плёнка ҳосил бўлиш ва унинг ёрилиш жараёни бир соат давомида кузатилди. Бузилган плёнка бўлаклари кум заррачалари орасида аста секин тикилиб қолади, ундаги бўшлиқларни тўлдиради, бу эса суюқлик шимдирилган кумнинг кимёвий таркибидаги ўзгаришларни изоҳлайди.

2-жадвал.

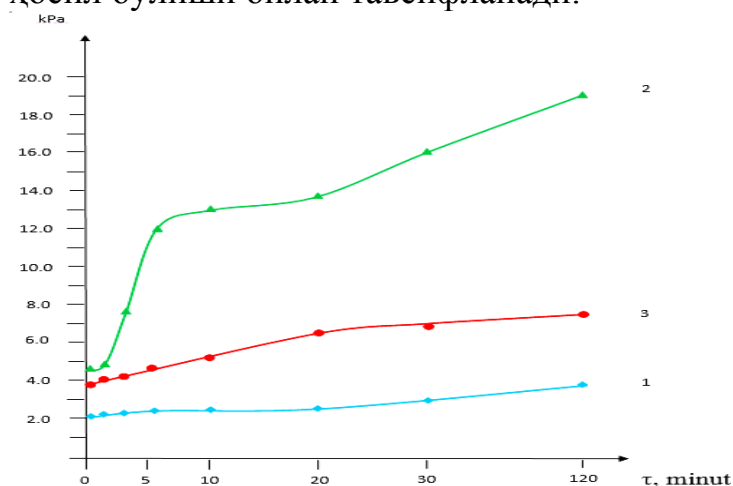
СШ нинг 6 % ли эритмаси кумга шимдирилда  $0,25 \text{ кг/см}^2$  оғирликдаги конус ботиш чуқурлигининг ўзгариши

СШ эритмаси нинг ҳажми, мл	Конус оғирлиги, мм									қобик калинлиги, мм
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>30</sub>	2 соат	1 кундан кейин	
4	4,40	3,84	3,36	2,85	2,83	2,75	2,50	1,36	1,33	8

6	3,65	3,60	3,57	3,33	3,20	2,80	2,68	1,40	1,25	10
8	2,55	2,50	2,00	1,60	1,51	1,49	1,38	1,24	1,12	12

Эритмадаги суюқ шиша концентрациясининг ўзгариши кумда мустаҳкам структура ҳосил бўлиш жараёнларига кучли таъсир этади. Мисол учун, эритмада СШ концентрациясини 4% га камайтириш сепиш жараёнида пластик мустаҳкамликнинг 51 % камайишига олиб келади, аммо, қобикни суткалик назорат қилишда олинган натижаларга кўра пластик мустаҳкамлик қийматлари (66% кўпроқ) ошганлиги билан тавсифланади. Бир хил ҳажмларда шимдиришда конус ботиш чуқурлиги нисбатан ўхшаш қийматлар билан тавсифланади. Бироқ, ташқи муҳит таъсири остида 4 мл эритмали намунадаги қобик структураси осонгина бузилади. Намуналар тўлиқ қуритилгандан сўнг (10 кундан ортиқ) қобикларнинг қалинлиги турли қийматларга эга бўлади.

Структуранинг шаклланиш даврига мос келувчи СШ нинг 4% ли эритмаси шимдирилган кумнинг пластик мустаҳкамлигидаги ўзгариш эгри чизиқлари қисқа горизонтал чизиқ билан тавсифланади. Концентрациянинг 8% га ошиши бу соҳани 1 кунлик қийматларга ўзгаришига олиб келади. Кум мустаҳкамлиги ўзгаришининг эгри чизиқлари тахминан бир хил шаклга эга, лекин биринчининг узунлиги фарқланиб, бунда структурали тизимнинг ҳосил бўлиши билан тавсифланади.



2-расм. 50 г кумга 8 мл микдорда СШ шимдирилганда пластик мустаҳкамликнинг ўзгариши: 1) 8 мл; 2) 6 мл; 3) 4 мл.

КМЦ-На ва ГИПАН каби полиэлектрוליитлар эритмалари билан ўтказилган тажрибалар бу моддаларнинг кум структурасига таъсири ҳақида бир неча хил маълумотларни келтириб чиқарган (3-жадвал).

ГИПАН эритмаси ҳажмини ортиши структура мустаҳкамлигининг зудлик билан ошишига олиб келади, шу пайтда КМЦ эритмаси шимдирилган кумларда билан олиб борилган тажрибадаги ўзгариши эса, аксинча, структура мустаҳкамлигининг камайишига олиб келади. Вақт ўтиши билан мустаҳкамликнинг ўзгариши аста-секин ўзгарувчан қийматлар билан тавсифланади. 50 г кумга 8 мл микдорида ГИПАН эритмаси билан ишлов берилган кум юза қатламининг суткалик намлиги 4,8%, бу эса КМЦ билан ишлов берилган кумларга нисбатан 1,17 марта кўп. Бу эритмаларни кумда эркин шимилиш жараёни сўзсиз шимдирилатган реагентнинг таркиби ва микдорига боғлиқлигини кўрсатади. Бу ҳолда кумларнинг ғоваклиги

эритмалар билан шимдирилган кумларнинг тўйиниш коэффициентининг қийматларидан далолат бериб, бу иккинчи даражали аҳамиятга эга бўлади. ГИПАН ва КМЦ эритмаларининг бир хил ҳажмлари учун тўйиниш коэффициенти қийматлари 1,42 марта камаяди, бу эса ГИПАНнинг боғловчи сифатида ортиклигини кўрсатади (9-18%).

3-жадвал.

1% ли ГИПАН ва КМЦ эритмалари билан шимдирилганда кумнинг намлиги ва 0.25 кг/см<sup>2</sup> оғирликда конус ботиш чуқурлигининг ўзгариши

Эритмалар ҳажми, мл	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>30</sub>	2 соат	1 кундан кейин	5 кундан кейин	Юза қалинлиги	намлик, %	
												1 кундан кейин	2 ой
ГИПАН													
4	5,00	5,16	4,30	4,70	4,60	4,55	4,10	4,85	3,20	3,00	1	1,1	0,2
6	5,60	5,27	5,45	5,35	4,20	4,40	4,35	4,60	2,90	2,75	3	3,3	0,3
8	4,95	4,62	4,14	4,30	4,28	4,15	4,20	4,90	1,45	1,45	4	4,8	0,4
КМЦ													
4	8,40	7,65	7,80	6,02	6,20	5,1	5,5	6,6	3,50	3,10	2	1,3	0,1
6	7,40	6,25	6,00	5,83	5,50	5,40	5,30	5,10	3,10	2,90	2	2,2	0,2
8	6,85	6,20	6,17	5,00	4,65	4,1	4,6	5,5	3,40	3,40	4	3,2	0,2

Шундай қилиб, полимер эритмалари билан шимдирилган кумларнинг мустаҳкамлиги ва намлигининг ўзгаришини тавсифловчи маълумотлар кўчма кумларни аниқлаш ва мустаҳкамлаш учун ушбу материалларнинг яроқсизлигини кўрсатади. Кўчма кумларни мустаҳкамлаш учун бу мақсадлар иқтисодий жиҳатдан қаноатлантirmайди, чунки бунинг учун кўпроқ эритма сарфлаш керак бўлади. Кумларнинг сув-физик қобилиятларини сақлаган ҳолда бошқа мустаҳкамловчи қўшимчалар билан композиция яратиш мустаҳкамлик қобилиятининг ортишига олиб келади ва ер ва табиий ресурсларни муҳофаза қилиш ҳамда ер ва кўчма кумларнинг эрозия ва лойқаланиш жараёнларига қарши кураш учун долзарб ҳисобланади.

Диссертациянинг **"Янги полимер материаллар синтези ва уларнинг структура ҳосил қилиш ва мустаҳкамлаш хусусиятларини баҳолаш"** деб номланган тўртинчи бобида ПАН чиқиндиларини гидролизлаш орқали олинган полиэлектrolитлар хусусиятларини синтез қилиш ва ўрганиш натижалари ҳамда акриламид ва малеин кислотаси сополимерининг кўчма кум ва тупроқларда аниқланган натижалари келтирилган.

Полиакрилонитрил хом ашёсидан олинган (ПАН) чиқиндисини ПАНнинг маълум миқдори қуйидаги эритмалар билан аралаштирилади а) NaOH; б) Spectr Stroy Invest томонидан ишлаб чиқарилган Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (pH = 13,3 бўлган 43,3% эритмаси ишлатилган); в) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; д) NaOH+ДЖ.

Ушбу тадқиқотлар натижасида дастлабки гидролизловчи эритмаларининг pH қийматлари 12-13,5 бўлиши керак бўлган жараённинг бориши учун оптимал шароитлар яратилди. Бундай pH қийматларга эришиш учун гидролизловчи моддаларнинг алоҳида эритмаларига ҳисобланган миқдорда натрий ёки калий гидроксиди қўшилди. Тахминан жараён 1 соат

65-70°C ҳароратда аралаштириш орқали амалга оширилади, сўнгра реакция тугагунча (1,5 соатдан кўп бўлмаган) аралашма 90-95°C ҳароратда, аралашмалар таркибий қисмлари қуйидаги нисбатда, оғирлик бўйича %. (полимер:гидролиз агенти:сув) сақланади: а) 10:10:85; б) 10:48:47; с) 10:15:80; д) 10:20:70 + 5 г NaOH.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, гидроксил ионларининг концентрацияси кўрсаткичи рН 12 дан паст бўлса, тўлиқ гидролизга эришиш имкони бўлмайди, шу пайтда рН қиймати 13,5 дан юқори бўлса, ишқор - NaOH нинг ортиқча сарф бўлишига олиб келади.

Полиакрилонитрил хом ашёсини гидролизлаш жараёнининг моҳияти нитрил гуруҳлари -CN, аввал амид - CONH<sub>2</sub> га, кейин эса - COONa га айланишидир. ДС билан Г-усули бўйича гидролизланганда асосий занжирда кальций функционал гуруҳлари -COOCa-, шунингдек Ca-ПАН, Ca-МКАА ҳосил бўлиши кузатилади. Узун акрил полимер молекуласида қанча кўп - COO-гуруҳлари ҳосил бўлса, -COO- зарядланган гуруҳларнинг бир-биридан электростатик итарилиши туфайли у шунчалик кўп чизиқли равишда очилади, реагент шунчалик фаол бўлади.

Шунингдек, маълумки, -COO<sup>-</sup> ва CONH<sub>2</sub> гуруҳларининг чизиқли полимер молекуласидан ажралишига термик барқарорлиги -CN нитрил гуруҳларига қараганда юқори. Шунинг учун дастлаб реакция ҳарорати 1-1,5 соат ичида 80°C дан паст ҳароратда сақланиши керак, шунда -CN гуруҳларининг кўпроқ миқдори оралиқ гуруҳлар бўлган, катта термик барқарорликка эга -CONH<sub>2</sub> гуруҳига ва катта эҳтимолликда реакцион гуруҳга айланувчи - COO-гуруҳларга айланиб улгуради. Юқорида қайд этилган гуруҳларнинг мазмунини аниқлаш учун ИҚ-спектрал анализлар ва аналитик кимё анализлари ўтказилди.

Гидролиз жараёнида нитрил гуруҳлари миқдори экспонент равишда камаяди ва Г усули бўйича гидролиз пайтида энг паст қийматга 27% га етади ва бошқа усуллар учун: а); б) ва в) мос равишда, 37; 33 ва 40% ни ташкил этади. Шундай қилиб, гидролиз агентларининг самарадорлиги қуйидаги тартибда камаяди: NaOH + ДЖ > Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> > NaOH > Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Гидролизланган МКАА полимерида карбоксил гуруҳлари таркибининг кўпайиши ушбу қаторга мос келади.

Гидролизланган ОПАН таркибидаги карбоксил гуруҳлари гидролиз жараёнининг давомийлиги ошиши билан ортади. 80°C дан юқори ҳароратда 1 соатлик гидролиздан сўнг, карбоксил гуруҳининг таркиби умумий функционал гуруҳларга нисбатан 33-35% га етади. Гидролизнинг иккинчи босқичида ҳароратнинг 95°C гача кўтарилиши карбоксил гуруҳининг 37-40% миқдорига эришишга олиб келади. Маълум бўлишича, ≈70°C дан паст ҳароратларда жараённинг биринчи босқичи нитрил гуруҳининг амид гуруҳига айланиши туфайли карбоксил гуруҳлари таркибининг кўпайишига ёрдам беради. ОПАН суюқ шиша билан гидролиз жараёнида ва хар бир босқичнинг давомийлиги 1,5 соат бўлганда нитрил гуруҳи учун хос ютилиш чизиқлари умуман кўримайди.



Дастлабки ОПАН сувда эримайди. Жараённинг давомийлигига қараб гидролизланган шакллар сувда сезиларли даражада эрийди, бу ҳам улар эритмаларининг қовушқоқлик хусусиятларини ўзгаришига олиб келади. Дастлабки МКАА сувда осон эрийди. Суялтирилган эритмаларда сополимер бутунлай ионланади, чунки ушбу сополимердаги карбоксил гуруҳлари сони нисбатан кўпроқ (малеин кислотаси ва акриламид нисбати 1:8). Шундай қилиб, аралашма таркибида МКАА кўпайиши эритманинг рН қийматини пасайишига олиб келади.

Солиштирма қовушқоқликнинг гидролизланган полимерлар эритмаси концентрациясига боғлиқлигининг ўзгаришини намоён бўлиши ҳам худди шундай тавсифга эга. Шунингдек, юқори концентрацияли соҳада Са-ОПАН эритмасида сезиларли структуранинг шаклланиши молекуляр оғирликнинг турли қийматлари, яъни, карбоксил гуруҳига боғланган  $\text{Ca}^{2+}$  ионларининг тузилиш хоссалари билан боғлиқ. Эритмаларнинг солиштирма қовушқоқлиги ва рН нинг ПЭ концентрациясига боғлиқлиги 4-жадвалда келтирилган.

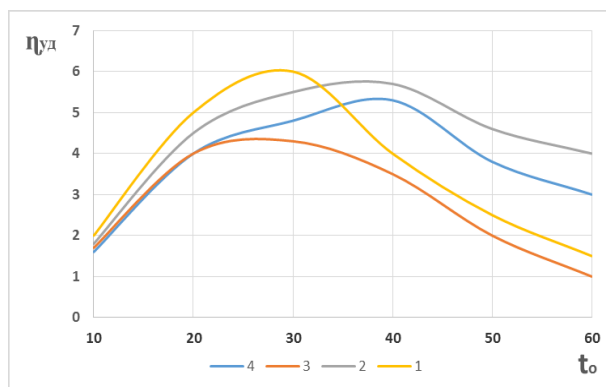
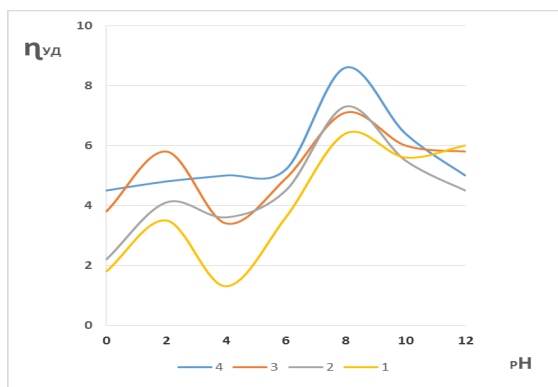
4-жадвал.

**Эритмалар характеристикасининг концентрацияга боғлиқлиги**

Намуна	Концентрация							
	0,01		0,05		0,1		0,5	
	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН
Na-ОПАН	0,29	9,7	0,77	10,3	0,98	10,7	3,32	11,4
NaSi-ОПАН	0,16	7,6	0,71	8,8	0,87	9,02	3,03	10,01
NaC-ОПАН	0,12	9,4	0,61	10,2	0,83	10,6	2,92	11,07
Ca-ОПАН	0,20	7,8	0,73	8,9	0,90	9,3	3,14	10,09
Na-МКАА	1,14	11,03	1,77	11,45	2,81	11,75	7,97	12,09
NaSi-МКАА	0,94	6,97	1,29	7,4	1,85	7,5	4,26	7,90
NaC- МКАА	0,81	6,8	1,13	7,12	1,81	7,23	4,05	7,79
Ca-МКАА	1,06	9,93	1,43	10,18	2,52	10,67	6,59	11,08

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, концентрациянинг ошиши барча ўрганилган намуналар учун қовушқоқлик қийматларининг бир сонияда ўсишига олиб келади, бу айниқса NaOH ва  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  гидролизи натижасида олинган намуналарнинг сувли эритмаларида сезилади. Са-ОПАН учун қовушқоқлик аномалияси мавжудлиги камроқ аниқланади, аммо Са-МКАА намунасида бу аномалия пастроқ концентрацияларга тўғри келади, бу юқори молекуляр оғирлик ва кўп миқдордаги карбоксил гуруҳлари билан боғлиқ.

Ҳароратнинг гидролизланган ОПАН ва МКАА эритмаларининг қовушқоқлигига таъсири ўрганилди. Тадқиқот шуни кўрсатдики, ҳароратнинг 40-45°C гача кўтарилиши, дастлабки полимернинг табиатидан қатий назар, Са- ва NaSi- асосидаги эритмаларнинг қовушқоқлигининг бироз ошишига олиб келади. Ҳароратнинг янада ошиши қовушқоқлик хусусиятлари қийматининг кескин пасайишига олиб келади. Бошқа ўрганилаётган объектлар учун шунга ўхшаш боғлиқлик кузатилмайди, фақат ҳароратнинг ошиши эритмаларнинг қовушқоқлиги қийматини пасайтиради. Эритмаларнинг қовушқоқлиги бўйича ҳарорат ва рН нинг ўзгаришини ўрганиш натижалари 3-расмда кўрсатилган.



А

Б

**3-расм. Эритмаларнинг солиштирма қовушқоқлиги бўйича: 1) Na-ОПАН; 2) NaSi-ОПАН; 3) NaC-ОПАН; 4) Ca-ОПАН. а) рН, б) ҳароратнинг ўзгариши**

Адабиёт маълумотларига кўра, маълумки, муҳитнинг турли рН қийматларида сувда эрийдиган полимерларнинг макромолекулалари турли хил тузилишга эга. Такдим этилган тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, полимер препаратлари эритмалари муҳитнинг турли рН қийматларида қовушқоқлиги маълум полимерларнинг (гипан) қовушқоқлиги билан бир хил ўзгаради. Шундай қилиб, рН>8 да, карбоксил гуруҳлари мавжудлиги ва туз гуруҳларининг диссоциацияси туфайли макромолекуланинг текисланиши содир бўлади, бунинг натижасида қовушқоқлик кескин ошади. Расмдаги эгри чизиқлар ва уларнинг табиатидан кўриниб турибдики, юқори ишқорий муҳитда бу ПЭ ларнинг қовушқоқлик кўрсаткичлари бир-биридан фарқ қилмайди. Кучли кислотали шароитда бу ПЭлар бир-биридан бироз фарқ қилади.

Ҳароратнинг 30°C гача кўтарилиши билан муҳит ёпишқоқлигининг ошиши кузатилади ва ҳароратнинг янада ошиши барча полиэлектролитларнинг пасайишига ёрдам беради. Бинобарин, барча ПЭ эритмалар қовушқоқлигининг ўзгариши умумий қонуниятларга бўйсунди. Шундай қилиб, ушбу полимерларнинг макромолекулалари 3-4,5 рН қийматларида бир шаклдан иккинчисига ўтади. Алоҳида полимерлар учун максимал структуранинг шаклланиши 6,5-9 оралиғида бўлади.

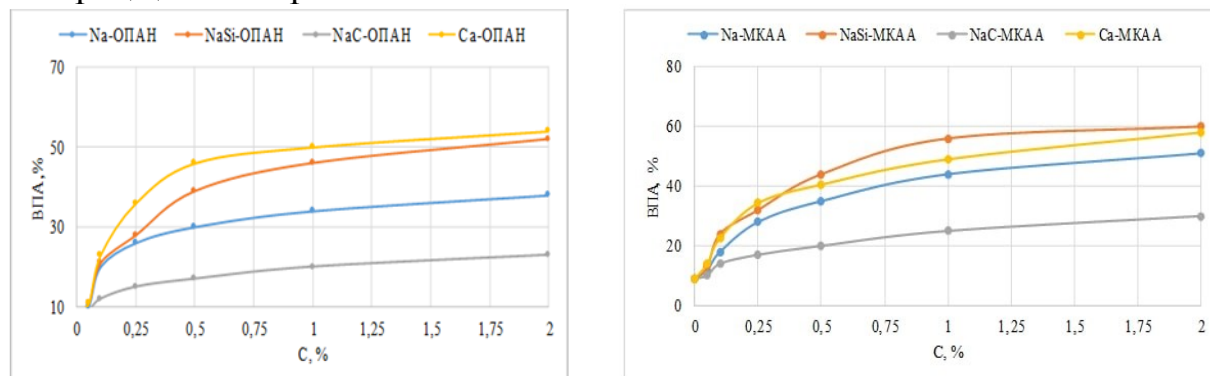
Олинган ПЭ нинг функционал гуруҳлари таркиби ва нисбатини аниқлаш учун кислота сони ва азот миқдори аниқланди (5-жадвал).

**5-жадвал.**

**Гидролизланган полимерларнинг характеристикаси**

Намуна	Полимерда азотнинг миқдори, %.	Гидролизланиш даражаси, %	Кислота сони, мг/г
Na-ОПАН	11,25	43,2	118,4
NaSi-ОПАН	11,58	41,9	167,7
NaC-ОПАН	14,38	31,1	141,7
Ca-ОПАН	13,63	37,9	131,9
Na-МКАА	7,89	48,0	288,6
NaSi-МКАА	8,90	41,9	277,2
NaC-МКАА	10,77	32,1	307,7
Ca-МКАА	10,11	35,1	274,4

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, натрий гидроксид ва натрий силикат билан гидролизланганда, жараённинг рентабеллиги энг юқори қийматларга эга, бунинг натижасида полимерлар таркибидаги азот миқдори камаяди. Шу билан бирга, КС (кислота сони) қийматлари, эҳтимол, совунланиш ва  $-COONa$  гуруҳларини шакллантириш туфайли нисбатан пастроқ қийматларга эга.



**4-расм. Тупроқда ҳосил бўлган СЧА миқдорининг гидролизланган ПЭ концентрациясига боғлиқлиги**

Олинган гидролизланган ПЭ намуналарининг структура ҳосил қилувчи таъсирини аниқлаш учун дастлабки тажрибалар ўтказилди. Тупроқда ҳосил бўлган СЧА миқдорининг гидролизланган ПЭ концентрациясига боғлиқлиги (сувга чидамли агрегатлар миқдори) 4-расмда кўрсатилган.

Сувга чидамли агрегатлар сони (50 г тупроқ учун 6 мл) гидролизланган полимерлар эритмалари концентрациясининг ортиши билан ортади. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, полимерларнинг NaSi- ва Ca-шакллари кўшилган тупроқларда сувга чидамли агрегатлар миқдори Na-шаклларга нисбатан кўпроқ бўлади. Ушбу тавсифнинг энг паст қийматлари, дастлабки полимер материалининг табиатидан қатъи назар, NaC-формаси билан ишлов берилган тупроқ намуналарида кўрсатилган.

Na-ОПАН ва Na-МКАА эритмаларининг концентратцияси 1,5% дан кўтарилганда бошқача ҳолат кузатилади, чунки концентрациянинг ошиши СЧА миқдорининг кўпайишига эмас, балки пасайишига ёрдам беради. Эҳтимол, бу ҳолда адсорбцияланган полимер зарралари таъсирида заррачалар юзаси полимер томонидан тўлиқ экранланади ва унинг сувли муҳит билан ўзаро таъсири термодинамик жиҳатдан фойдали бўлади, бунинг натижасида ҳосил бўлган агрегатларнинг пептизацияси содир бўлади. Бирок, СЧА миқдорининг пасайиши K-ОПАН ва K-МКАА таъсирида камроқ сезилади. Барча ўзгаришларга қарамай, МКАА асосидаги полимерлар ОПАН асосидаги мос келадиган намуналарнинг нисбатан юқори структуравий хусусиятларини кўрсатади, бу биринчи навбатда функционал гуруҳларнинг катта нисбати ва уларнинг молекуляр оғирлигининг юқори қийматлари билан боғлиқ.

Шундай қилиб, синтез қилинган моддалар кум дисперсияга нисбатан юқори барқарорлаштирувчи хусусиятлар билан ажралиб туради, бу уларнинг кум ва тупроқларда юқори мустаҳкамлаш хусусиятларини кўрсатади.

Ушбу бобда, шунингдек, ДС ва ОПАН асосида ишлаб чиқариладиган кўшимчаларни саноат ишлаб чиқариш учун технологик схемаси ва технологиясини яратиш натижалари келтирилган.

### ХУЛОСА

1. Кумга турли табиатдаги мустаҳкамловчиларнинг шимдириш хусусиятларини ўрганиш кумнинг кимёвий-минералогик таркибига ва унинг дисперслик даражасига, гравитацион кучга, кумларнинг механик зичлашишига ва мустаҳкамловчиларнинг таъсир этиш табиатининг кум зарралари юзасида шимилишига, сингиш чуқурлигига, пластик мустаҳкамлигига, умуман, бутун мустаҳкамлаш жараёнига таъсирини кўрсатди.

2. Ғоваклиги  $>44\%$  юқори бўлган кум тизимида мавжуд каналларнинг диаметри  $1,6 \cdot 10^{-2}$  мм эканлиги аниқланди ва бу тизим учун мустаҳкамлаш жараёнларини ўрганишда тортишиш кучи муҳим аҳамиятга эга эканлиги исботланди.

3. ПАН чиқиндисини гидролизлаш жараёнларини таҳлил қилиш уларнинг мақбул шароитларини: гидролиз тизимининг рН даражаси 12-13,5; биринчи босқич (1 соат) ҳарорати  $65-70^{\circ}\text{C}$ , сўнгги босқичда (1-1,5 соат)  $90-95^{\circ}\text{C}$  эканлиги аниқланди.

4. Гидролиз жараёнида нитрил гуруҳининг тузилиши экспоненциал равишда камаяди ва  $\text{ДС} + \text{NaOH}$  аралашмаси билан гидролизланганда максимал паст қиймат  $27\%$  тушади ва гидролизловчи моддаларнинг самарадорлиги қуйидаги тартибда камаяди:  $\text{NaOH} + \text{ДС} > \text{Na}_2\text{SiO}_3 > \text{NaOH} > \text{Na}_2\text{CO}_3$ .

5. Na-ОПАН; NaSi-ОПАН; NaC-ОПАН ва Ca-ОПАН реагентлари билан ишлов беришда кум тизимидаги сувга чидамли агрегатлар сони, мос равишда, 9 дан 38 52; 23 ва  $54\%$  гача ошганлиги аниқланди.

6. Na-МКАА эритмаси учун тўйиниш коэффитциенти қийматлари K-МКАА; Na-ОПАН; гипан ва КМЦ намуналарига қараганда, мос равишда: 1,12; 1,34; 1,47 ва 1,48 марта каттароқ, бу эса эритманинг бириктирувчи сифатида ортиқча эканлигини кўрсатади ( $5-12\%$ ). Сингиш ҳажмларидаги номутаносибликлар ғовак бўшлиқ ҳажмининг камайишига полимер молекулаларининг кум зарралари юзасининг гидратланган қатламларида адсорбцияланиш қобилиятининг юқорилиги билан боғлиқ.

7. ПАН чиқиндиси ва дистиллер суюқлиги асосида мустаҳкамловчиларни олиш технологияси ишлаб чиқилди, мустаҳкамловчиларнинг тажриба-синов партиялари олинди ва Мўйноқ минтақаси кўчма кумларини мустаҳкамлашда апробациядан утказилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.К/Т35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**АХМАДЖОНОВ ИЛХОМЖОН ЛУХМОЛОВИЧ**

**СОЗДАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ  
ПОЛИМЕРОВ ПЕСКОВ И ПОЧВОГРУНТОВ И ИХ КОЛЛОИДНО-  
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

**02.00.11-Коллоидная и мембранная химия  
(химические науки)**

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

**Ташкент – 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.2.PhD/K401.

Диссертация выполнена в институте общей и неорганической химии АН РУз.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-страница Научного совета ([www.ikti.uz](http://www.ikti.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** Кулдашева Шахноза Абдулазизовна  
доктор химических наук, профессор

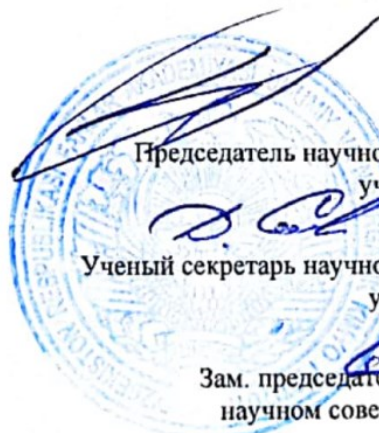
**Официальные оппоненты:** Ахмедов Улуг Каримович  
доктор химических наук, профессор  
Хандамов Даврон Абдукодирович  
доктор химических наук, доцент

**Ведущая организация:** Наманганский инженерно-технологический институт

Защита состоится «27» января 2022 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019..K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел.: (99871)262-56-60; email: ionxanuz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в библиотеке Института общей и неорганической химии за №2, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел: (99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «14» января 2022 года.  
(реестр протокола рассылки №2 от «14» января 2022 года)



**Закиров Б.С.**

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

**Салиханова Д.С.**

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

**И.Д.Эшметов**

Зам. председателя Научного семинара при  
научном совете по присуждению ученой  
степени, д.т.н., проф.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Во всем мире проблема закрепления подвижных песков от ветровой эрозии и предотвращение их выноса в атмосферу, посредством создания довольно прочной поверхностной корки за счет структурообразования, считается актуальной. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является получение новых закрепителей, образующих прочную структуру в подвижных почвенно-песчаных дисперсиях на основе дешевых, легкодоступных промышленных отходов. При формировании структур в подвижных песках и грунтовых дисперсиях важное значение имеет выбор закрепляющих полимерных реагентов и определение их структурообразующих свойств. Следует отметить важность укрепления подвижных песчаных дисперсий больших площадей закрепителями, полученными на основе промышленных отходов, и определить методы физико-механической и химической рекультивации твердых конструкций.

В мире ведутся научные исследования по созданию новых водорастворимых полиэлектролитов на основе местных сырьевых ресурсов. В связи с этим особое внимание уделяется синтезу водорастворимых полимеров в качестве структуранта дисперсии песков и почв, установление взаимосвязи между условиями процесса, составом и характеристиками получаемых полиэлектролитов, установление возможности применения их для закрепления подвижных песков, разработке и апробации технологий получения закрепляющих добавок.

В нашей республике большое внимание уделяется модернизации технологии производства функциональных материалов на основе водорастворимых полимеров. В Стратегии действий по развитию Республики Узбекистан определены задачи в направлении – «модернизация и диверсификация промышленности путем перехода на новый уровень качества по быстрому развитию производства готовой продукции с высокой прибавочной стоимостью на основе глубокой переработки ресурсов местного сырья, высокотехнологических сфер переработки»<sup>1</sup>. В этом аспекте большое значение имеют научные исследования по созданию высоко эффективных закрепляющих реагентов на основе отходов промышленности, отвечающих современным требованиям промышленного производства и охраны окружающей среды, установлению связи между структурными особенностями, условиями получения и их структурообразующими характеристиками.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий в дальнейшем развитии Республики Узбекистан»

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

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

**Степень изученности проблемы.** В мире целенаправленные исследования в области коллоидной химии структурообразования подвижных песков и почвогрунтов с использованием водорастворимых полимеров, полиэлектролитов активно проводятся научными школами Hashimoto N., Мацумото Осаму, Цуруи Масаи, Ercolani D., Grinzi F., Nagata K.I., Yano N., Nagamory S., Рибиндера П.А., Морозова С.С., Мичурина Б.Н., Левандюка А.Г., Лыкова М.А., Батталова Ш.Б., Мусабеева К.Б. и др.

В Узбекистане под руководством академика К.С.Ахмедова создана школа, представители которой: Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, С.А.Абдурахимов, С.З.Муминов, Г.У.Рахматкариев, Б.Н.Хамидов, Г.Р.Нарметова, Д.С.Салиханова, В.П.Гуро, И.К.Сатаев, И.Д.Эшметов, О.К.Бейсенбаев, Б.Н.Нуриев и др. внесли весомый вклад в ее развитие.

Следует отметить, что целенаправленных работ по созданию технологий получения и применения новых видов эффективных закрепителей на основе полиэлектролитов из производственных отходов до настоящего времени не проводились. Закрепляющие добавки, полученные по известным технологиям, имеют высокую себестоимость за счет их недоступности и возникающих трудностей в приготовлении их водных растворов.

**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 нового поколения реагентов на основе отходов Кунградского содового завода для предотвращения бури засоленных почвогрунтов и песков».

**Целью исследования** является синтез структурообразующих водорастворимых полимеров для песков и почвогрунтов и установление их коллоидно-химических характеристик.

**Задачи исследования:**

исследование химико-минералогического состава песков и почвогрунтов со дна Арала;

обоснование и установление возможности управления процессами структурообразования в подвижных песках;



исследование возможности закрепления подвижных песков гомогенными и гетерогенными системами;

исследование процессов гидролиза отхода ПАН и нового полимера МКАА с использованием в качестве гидролизующего агента раствора: NaOH; Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и дистиллерной жидкости;

исследование влияния условий процесса гидролиза полимерных материалов на их структурообразующие характеристики;

разработка технологической схемы и получение опытно-промышленных партий закрепляющего реагента на основе отходов промышленности – ПАН и дистиллерной жидкости и проведение опытно-промышленных испытаний по закреплению подвижных песков.

**Объектами исследования** являются отход волокна нитрон, дистиллерная жидкость (ДС), сополимер (МКАА) малеиновой кислоты (МК) и акриламида (АА), дисперсии подвижных песков и образцы закрепляющих реагентов на их основе.

**Предметом исследования** являются методы синтеза полимерных реагентов, а также их коллоидно-химические свойства, закрепляющие характеристики и механизмы взаимодействия с дисперсией подвижных песков.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы широко использовались современные и традиционные методы определения физико-химических характеристик минеральных дисперсий и высокомолекулярных полиэлектролитов: рентгенофазовый, термогравиметрический, ИК-, атомно-адсорбционная спектроскопия, электронная микроскопия и другие физико-химические и коллоидно-химические (визкозиметрические, консистомерические) методы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

Рассчитанные значения эквивалентного диаметра каналов, создаваемых в системе полидисперсного песка, равны  $3,42-3,91 \cdot 10^{-2}$  мм, что показывает необходимость учёта сил тяжести при изучении закрепительных процессов для данной системы;

установлены возможности закрепления подвижных песков гомогенными и гетерогенными системами: анализ кинетики закрепительных процессов и изменений пластической прочности песков показал зависимость условий проникновения закрепителя с образованием в пространстве свободного потока под влиянием гравитационных или капиллярных сил от типа связывающего агента и от состава самого песка;

установлена степень влияния различных факторов на степень гидролиза ОПАН и МКАА. Оптимальными условиями для получения закрепляющих добавок с высокими структурообразующими характеристиками считаются значения: рН системы гидролиза 12-13,5; температура 1-стадии (1 ч) 65-70°C, второй стадии (1-1,5 ч) 90-95°C;

при гидролизе гидроксидом и силикатом натрия выходы процесса имеют наивысшие значения 43,2 и 41,9%, соответственно для образцов Na-

ОПАН и NaSi-ОПАН, при этом значения кислотного числа сравнительно меньше – 118 и 168 мг/г, за счет омыления и образования групп –COONa.

пропитка песков образцами NaSi-МКАА (KSi-), Ca-МКАА, NaSi-ОПАН, Ca-ОПАН приводит к моментальному повышению прочности, в то время как пропитка раствором КМЦ, наоборот, приводит к уменьшению прочности закрепления песков, а так же значения коэффициента насыщения для раствора Na-МКАА больше, чем у образца: K-МКАА; Na-ОПАН; гипан и КМЦ в 1,12; 1,34; 1,47 и 1,48 раза, соответственно, что свидетельствует об избытке данного раствора в качестве связующего (5-12%).

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

синтез водорастворимых полимеров на основе промышленных отходов основан на возможности предотвращения экологических проблем в пустынных районах с образованием структур в подвижных песках и почвогрунтах;

разработана технология получения закрепляющего агента на основе ПАН и дистиллерной жидкости для структурообразования в дисперсиях подвижных песков и почв.

**Достоверность результатов исследования.** Научные исследования проводились с использованием современных физико-химических и коллоидно-химических методов, опытные испытания проводились в лабораторных и производственных условиях на базе «Кунградского содового завода» и подтверждены актами испытаний.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой методологии синтеза водорастворимых полимерных закрепляющих реагентов на основе ПАН и дистиллерной жидкости высокими структурообразующими характеристиками, установлением механизма и закономерностей взаимодействия дисперсиями песков и водорастворимых полиэлектролитов, которые послужат базой для целенаправленного проведения процесса гидролиза полимерных материалов-закрепителей.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработка технологии производства закрепляющих реагентов на основе промышленных отходов позволит предотвратить засыпание дорог в пустынных районах и служит решению некоторых экологических проблем страны за счет сокращения выброса подвижного песка в атмосферу.

**Внедрение результатов исследования.** На основании научных результатов по получению полимерных закрепителей на основе отхода ПАН:

закрепитель Ca-ОПАН на основе отходов ПАН и дистиллерной жидкости включен «в перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2023 годах» на практике на УП «Кунградский содовый завод» (Справка Комитета по охране окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан № 02/18-2563 от 29 ноября 2021 г.). В результате, вместе с

созданием водорастворимого полимера для закрепления песков представляется возможность частичной утилизации дистиллерной жидкости; разработанные закрепляющие составы, предназначенные для закрепления подвижных песков и грунтов, включены в перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2023 годах на практике Комитета охраны окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан (Справка Комитета по охране окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан № 02/18-2563 от 29 ноября 2021 г.). В результате, наряду с образованием прочной структуры на поверхности подвижных дисперсий почвогрунтов и песков, закрепляющие смеси позволяют устранить экологические проблемы пустынных регионов республики.

**Апробация результатов исследования:** Основные положения и результаты работы доложены, обсуждены и получили одобрение на 9 международных и 6 республиканских научно-технических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 22 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 6 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 112 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ 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 «**Сущность структурообразования в дисперсиях песков и почв. Опыт искусственного оструктурирования с помощью водорастворимых полимеров**» рассмотрены возможности закрепления подвижных песков, проблемы создания структуры в песках и почвенных дисперсиях. Проанализированы методы физико-механической и химической мелиорации. Подробно приведены данные о современных полимерных материалах – структурообразователях дисперсных систем.

Анализ литературы предопределяет возможность применения местных сырьевых ресурсов и промышленных отходов, т.к. дистиллерная жидкость (ДЖ), отход полиакрилонитриловых нитей (ОПАН) для синтеза новых полимерных закрепителей подвижных песков и почвогрунтов. Анализ литературы позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе **«Выбор объектов исследования и основные методы определения их характеристик»** приводятся данные об объектах исследования и характеристиках выбранных химических реагентов и материалов. Освещены основные методы исследования.

Первый выбранный объект исследования в качестве закрепляющих добавок это дистиллерная жидкость (ДЖ). В данной главе приводятся данные о составе дистиллерной жидкости, которые были определены в соответствии с требованиями ГОСТа 23981.1 «Методы химического анализа».

В качестве второго объекта исследований для создания оструктурированной корки были выбраны отходы ПАН (ОПАН) АО «Навоиазот». Данный отход представляет собой нити или жгуты бежево-коричневого цвета, чаще имеет различные цвета. Представляет собой линейный полимер массой 30000-50000 и плотностью 1,14-1,15 г/см<sup>3</sup> (20°C), не размягчается почти до 220 °С. ОПАН имеет следующие технологические характеристики: прочностные показатели сравним с капроном, однако относительное удлинение составляет 10-15%, что почти в 2 раза меньше, чем характеристики технического ПАН. Влагопоглощение ОПАН при 20°C имеет значение в пределах 0,9-1,0%. ОПАН химически стоек к действию обычных растворителей, жиров; не изменяется при воздействии атмосферных условий и солнечного света; растворим в диметилформамиде, диметилацетамиде, концентрированных водных растворах солей LiBr, NaCNS, ZnCl<sub>2</sub> + CaCl<sub>2</sub> и концентрированных HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Изучаемые образцы песков и почвогрунтов Муйнакского района различаются по содержанию основных ионов, за счет чего общее содержание солей имеет различные значения. Вместе с тем содержание физической глины (частиц размерами меньше 0,01 мм) составляет 23,9 для песков и 8,6 для почв. Более высокие значения физической глины связано с наличием больших количеств частиц SiO<sub>2</sub> и отсутствием агрегации за счет образования связей между ними.

В третьей главе **«Исследование возможности закрепления подвижных песков гомогенными и гетерогенными системами»** приводятся данные исследований влияния размеров каналов в системе песков на их механическое уплотнение, структурообразование под воздействием различных систем закрепительного реагента. Изучены возможности управления процессами структурообразования в подвижных песках.

Частицы песков даже одной территории могут отличаться между собой по формам и размерам. Поэтому закрепляющая добавка претерпевает влияние каналов с меняющимися размерами. Известно, что при размерах каналов меньшей 10<sup>-2</sup> мм при перемещении жидкости силами поля тяжести можно пренебречь. Следовательно, для установления преобладающего влияния различных факторов следует определить эквивалентный диаметр каналов, создаваемых в системе полидисперсного песка.

Рассчитанные значения эквивалентного диаметра каналов для исследуемых песков составляют –  $(3,42-3,91) \cdot 10^{-2}$  мм. При пористости  $>44\%$   $d_k$  составляет  $1,6 \cdot 10^{-2}$  мм. Следовательно, нельзя пренебречь силами тяжести при изучении закрепительных процессов для данной системы песка, вероятно именно они могут быть решающим фактором повлияют на весь процесс закрепления.

Анализ кинетики закрепительных процессов с применением различных реагентов и изменений пластической прочности песков показал зависимость условия проникновения закрепителя с образованием в пространстве свободного потока под влиянием гравитационных или капиллярных сил от типа связывающего агента и от состава самого песка. Так, в первую очередь рассмотрим влияние на свойства песков раствора ДС, содержащий в основном хлорид кальция и натрия в количестве 10,92 и 4 %, соответственно.

В табл. 1 приведены данные характеризующие изменения объёмов проникновения ДЖ от различных факторов.

**Таблица 1.**

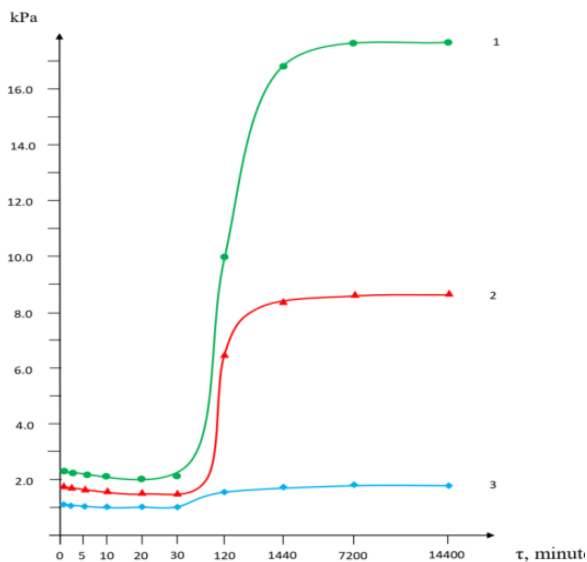
**Изменения глубины погружения конуса при нагрузке  $0,25 \text{ кгс/см}^2$  при пропитке песка ДЖ**

Объем ДС, мл	Погружение конуса, мм									Толщина корки (мм)
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>30</sub>	час	Сутка	
4	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	4,4	4,16	3
6	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	2,18	1,94	8
8	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	1,75	1,35	10

Основными факторами, влияющие на объёмы проникновения ДС можно отнести размеры каналов, характер взаимодействия поверхности частиц песка с жидкостью и др. Как показывают данные таблицы, с момента пропитки до следующего часа наблюдается увеличение глубины погружения конуса. Дальнейшее снижение глубины пропитки объясняется увеличением прочности данных систем за счёт структурообразования и частичного перевода образовавшихся коагуляционных структур в её кристаллизационные формы. Вероятно, увеличение глубины проникновения конуса можно было бы связать с увеличением глубины пропитки в начальный момент процесса и так называемой механической суффозией, т.е. разрыхлением песков в результате смыва мельчайших частиц за счёт фильтрации жидкости. Такой перенос мельчайших частиц справедлив, если диаметр зёрен более крупных фракций превышает диаметр зёрен смежной с ней меньшей фазы свыше, чем в 20 раз. Однако увеличение объёма закрепляющей жидкости от 4 до 8 мл способствует моментальному снижению объёма погружения конуса от 5,29 до 3,65 мм, чему может быть причиной только уплотнение системы песка вследствие пропитки. Уплотнение песка должно наблюдаться при пропитке любой жидкости и даже воды. В случае использования воды можно утверждать о смыве мельчайших частиц, за счёт чего и происходит увеличение пористости. Однако, как установлено при пропитке воды объёмом 4 мл погружение конуса в начальный момент составляет 6,15 мм, что существенно больше тех

значений, полученных с ДЖ (5,29). Данная ситуация свидетельствует об увеличении прочности пропитанных песков, что связано, не только с механическим уплотнением, а прежде всего, с природой взаимодействия поверхности частиц песков с составляющими ДЖ. Как было отмечено выше, взаимодействие составляющих жидкости с поверхностью каналов приводит к изменению течения жидкости по каналам системы и засорению их, что помешает дальнейшему передвижению потока жидкости. Данный вывод подтверждается данными об образовавшейся корке. С увеличением объёма закрепляющей жидкости и увеличивается толщина корки. Неровность нижней части корки заметно увеличивается ( $h_0 \neq h_1 \neq h_3$  и т.д.), что доказывает зависимость объёма пропитки от состояния каналов.

Определённо, корка образующейся в системе песков под воздействием воды невозможно извлечь. В этом случае трудно даже утверждать об образовании корки. В качестве ещё одного показателя характеристики корки были выбраны значения её влажности через 1, 5 и 10 суток. Вероятно, влажность корки сказывается на значениях её прочности. По крайней мере этот феномен относится к прочностям корки в случае с хлоридом кальция. Так влажность пропитанного песка после 1; 5 и 10 суток составляет 2,7; 2,4 и 1,2 %, соответственно. Уменьшение влажности вызывает снижение прочностных показателей кристаллизационной корки. Однако, даже после 30 суточной выдержки сохраняются некоторые количества кристаллизационных структур, образованных пропиткой ДЖ, о чем свидетельствует значения прочности песков.



**Рис. 1. Изменение пластической прочности песков под воздействием различных объемов ДЖ: 1) 8 мл; 2) 6 мл; 3) 4 мл.**

Под воздействием закрепляющей добавки на кривых изменения пластической прочности песков во времени различают два участка: период формирования структуры и период упрочнения. На рис. 1 приведены изменения пластической прочности песков, обработанных ДЖ. Как показывают кривые диаграммы, периоды упрочнения песков зависят от объёма вводимых жидкостей и изменением их количества можно изменить структурную прочность песка в широких пределах. При расходе жидкости в

количестве 8 мл и более на 50 г песка способствует образованию довольно прочной поверхностной и глубинной структуры.

Повышение прочностных характеристик засоленных песков Муйнакского района наблюдается сразу в момент опрыскивания раствора ЖС. Увеличение объёма от 4 до 8 мл приводит к уменьшению погружения конуса почти в 2 раза. Данные характеризующие изменения прочности коагуляционно-кристаллизационной структуры в системе песка под влиянием 6 % раствора ЖС приведены в табл. 2.

Вероятно, моментальное упрочнение корки связаны с закупоркой каналов за счет образовавшегося геля  $\text{SiO}_2$  в результате химических превращений в системе песка. В разбавленных растворах, взаимодействие концентрированного силиката натрия с солями двух валентных металлов, в частности кальция и магния характеризуется очень быстрым образованием пленки кремнекислоты, разделяющей солей электролитов от жидкого стекла. Исследование химического состава пропитанных песков показало, что основное количество жидкого стекла задерживается в верхнем слое в самом начале процесса пропитки. Уменьшение его количества по глубине, вероятно, объясняется образованием пленки на границе соприкосновения жидкости с поверхностью электролитов, разрывающиеся под напором остальной части жидкости. Наблюдается образование пленки снова, благодаря соприкосновению солей с новыми слоями пропитываемой жидкости. Как установлено в результате исследования изменения пластической прочности пропитанных песков данный процесс образования и разрыва пленки наблюдается в течение первого часа. Отдельные участки разрываемой пленки задерживаются между частицами песков, заполняя и постепенно закупоривая имеющиеся в ней промежутки, что и объясняет изменения в химическом составе пропитанных песков.

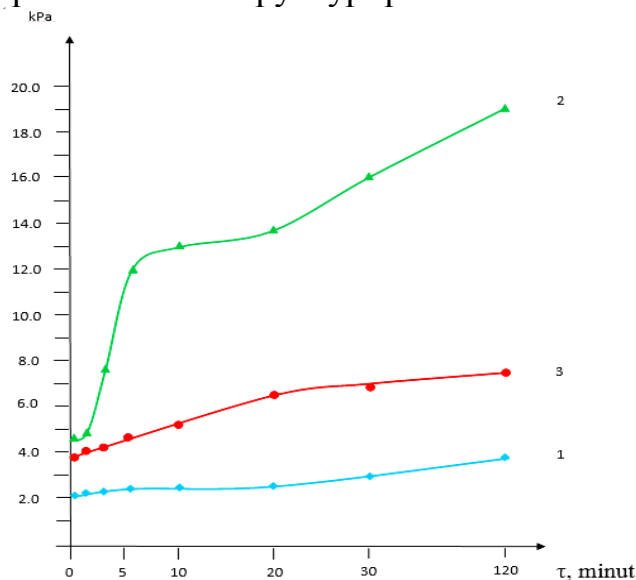
**Таблица 2.**

**Изменения глубины погружения конуса при нагрузке  $0,25 \text{ кгс/см}^2$  при пропитке песка 6 % раствором ЖС**

Объем раствора ЖС, мл	Погружение конуса, мм									толщина корки, мм
	$T_0$	$T_1$	$T_3$	$T_6$	$T_{10}$	$T_{20}$	$T_{30}$	2 часа	сутки	
4	4,40	3,84	3,36	2,85	2,83	2,75	2,50	1,36	1,33	8
6	3,65	3,60	3,57	3,33	3,20	2,80	2,68	1,40	1,25	10
8	2,55	2,50	2,00	1,60	1,51	1,49	1,38	1,24	1,12	12

Изменение концентрации жидкого стекла в растворе сильно влияет на процессы закрепления песков. Так, например, снижение концентрации до 4% ЖС в растворе приводит к уменьшению пластической прочности на 51 % в момент опрыскивания, однако суточная корка характеризуется более высокими (больше на 66%) значениями пластической прочности. Глубина проникновения пропитки с одинаковыми объёмами характеризуется сравнительно близкими значениями. Однако под влиянием внешней среды корка в образце с 4 мл раствором легко разрушается. Толщины корок после полного высыхания образцов (более 10 суток) имеют различные величины.

На кривых изменения пластической прочности (рис. 2) песков, пропитанных 4 % раствором ЖС, соответствующая периоду формирования структуры область характеризуется короткой горизонтальной линией. Повышение концентрации до 8 % приводит к удлинению данной области до 1 суток. Кривые изменения прочности песков имеют примерно одинаковые формы, только различаются по длине первого участка, характеризующийся образованием оструктурированной системы.



**Рис. 2. Изменение пластической прочности песков под воздействием растворов ЖС в количестве 8 мл на 50 г песка: 1) 8 мл; 2) 6 мл; 3) 4 мл.**

Опыты с растворами полиэлектролитов, т.к. КМЦ-На и гипан вывели несколько различных данных о влиянии этих веществ на структуры песков (табл. 3).

**Таблица 3.**

**Изменения глубины погружения конуса при нагрузке 0,25 кгс/см<sup>2</sup> и влажность песка при пропитке его растворами 1% гипана и КМЦ**

Объем, мл	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>20</sub>	T <sub>30</sub>	2 часа	сутки	5 суток	толщина корки	Влажность, %	
												Сутки	2 месяца
Гипан													
4	5,00	5,16	4,30	4,70	4,60	4,55	4,10	4,85	3,20	3,00	1	1,1	0,2
6	5,60	5,27	5,45	5,35	4,20	4,40	4,35	4,60	2,90	2,75	3	3,3	0,3
8	4,95	4,62	4,14	4,30	4,28	4,15	4,20	4,90	1,45	1,45	4	4,8	0,4
КМЦ													
4	8,40	7,65	7,80	6,02	6,20	5,1	5,5	6,6	3,50	3,10	2	1,3	0,1
6	7,40	6,25	6,00	5,83	5,50	5,40	5,30	5,10	3,10	2,90	2	2,2	0,2
8	6,85	6,20	6,17	5,00	4,65	4,1	4,6	5,5	3,40	3,40	4	3,2	0,2

Увеличение объема раствора гипана приводит к моментальному повышению прочности, в то время как изменение раствора КМЦ, наоборот, приводит к уменьшению прочности пропитанных песков. Изменение прочности во времени характеризуется ступенчато меняющимися значениями. Суточная влажность верхних слоев песков, обработанных раствором гипана в количестве 8 мл на 50 г песка составляет 4,8%, что на 1,17 раза больше чем пески, обработанные с КМЦ. Свободная пропитка песка данными растворами свидетельствует о зависимости процесса однозначно от состава и количества вводимого реагента. Пористость песков в этом случае играет второстепенную



роль, о чем свидетельствуют значения коэффициента насыщаемости пропитанных песков. Значения коэффициента насыщения для одинаковых объемов растворов гипана и КМЦ уменьшается в 1,42 раза, что свидетельствует об избытке гипана в качестве связующего (9-18%). Вероятно, такие расхождения объемов пропитки связаны с высокими способностями молекул полимера сорбироваться на гидратных слоях поверхности песчаных частиц, уменьшая размеры порового пространства.

Однако, полученные данные, характеризующие изменения прочности и влажности пропитанных полимерными растворами песков, свидетельствуют о непригодности этих материалов для закрепления подвижных песков под строительство различных сооружений. Для закрепления необходимо более большие расходы пропиток, что для данных целей являются экономически не оправданными. Создание композиции с другими закрепляющими добавками приводит к увеличению закрепляющих способностей, при этом сохраняются водно-физические способности песков. Поэтому использование данных полимерных органических закрепителей считаются актуальными для защиты земельных и природных ресурсов, а также борьбы с эрозионно-селевыми процессами земли и подвижных песков.

В четвертой главе **«Синтез новых полимерных материалов и оценка их структурообразующих и закрепляющих характеристик»** приводятся результаты исследования синтеза и изучения свойств полиэлектролитов, полученных гидролизом отхода ПАН и новых в отрасли закрепления подвижных грунтов сополимера акриламида и малеиновой кислоты.

Гидролиз ОПАН осуществлялось при различных соотношениях отходов, температуры и продолжительности процесса. Предлагаемый способ получения нового полимерного закрепителя, включает гидролиз: смешивание расчетного количества ОПАН с раствором: а) NaOH; б) Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (использовался 43,3% раствор с pH=13,3, выпускаемый «Spectr Stroy Invest»); в) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> г) NaOH+ДЖ.

В результате данных исследований были установлены оптимальные условия протекания процесса, при которых pH значения исходных гидролизующих растворов должны составляет 12,5-13. Для достижения таких значений pH в отдельные растворы гидролизующих агентов добавлялись расчетные количества гидроксида натрия или калия. Процесс в начале около 1 часа проводится смешиванием при 65-70°C, далее до конца реакции (не более 1,5 часа) смесь выдерживается при температуре 90-95°C при следующих соотношениях компонентов смеси, % по масс. (полимер:гидролизующий агент:вода): а) 10:10:85; б) 10:48:47; в) 10:15:80; г) 10:20:70+5 г NaOH.

Полученные результаты показывают, что при значениях pH ниже 12 невозможно достичь полного гидролиза, в то время как при значениях pH более 13,5 происходит уже перерасход щелочи.

Суть процесса гидролиза полиакрилонитрильного сырья заключается в преобразовании нитрильных групп –CN сначала в амидные –CONH<sub>2</sub>, а затем

в  $-\text{COONa}$ . В случае проведения гидролиза по  $\gamma$ -способу с ДЖ в основной цепи наблюдается образование кальциевых функциональных групп  $-\text{COOCa}$ , т.е. Са-ПАН, Са-МКАА. Чем больше групп  $-\text{COO}^-$  образуется по длинной молекуле акрилового полимера, тем сильнее она развернута линейно вследствие электростатического отталкивания заряженных групп  $-\text{COO}^-$  друг от друга, тем полученный реагент активнее.

Также известно, что термостойкость групп  $-\text{COO}^-$  и  $\text{CONH}_2$  к расщеплению от линейной молекулы полимера выше, чем у нитрильных групп  $-\text{CN}$ . По этой причине температуру реакции в первые 1-1,5 часа необходимо поддерживать при температуре менее  $80^\circ\text{C}$ , чтобы большее количество групп  $-\text{CN}$  успели превратиться в промежуточные группы  $-\text{CONH}_2$ , которые имеют большую термостойкость и большую вероятность к превращению в реакционные группы  $-\text{COO}^-$ . Для установления содержания вышеотмеченных групп были проведены ИК-спектральные и др. анализы.

Содержание нитрильных групп в процессе гидролиза уменьшается экспоненциально и достигает максимального низкого значения 27 % при гидролизе по способу Г, а для способов: а); б) и в) составляет, соответственно, 37; 33 и 40%. Таким образом эффективность гидролизующих агентов уменьшается в ряду:  $\text{NaOH} + \text{ДЖ} > \text{Na}_2\text{SiO}_3 > \text{NaOH} > \text{Na}_2\text{CO}_3$ . Повышение содержания карбоксильных групп в гидролизованном полимере МКАА соответствует данному ряду.

Содержание карбоксильных групп в гидролизованном ОПАН с повышением продолжительности процесса гидролиза увеличивается. Через 1 час гидролиза при температуре выше  $80^\circ\text{C}$  содержание карбоксильных групп достигает 33-35 % по отношению к общим функциональным группам. Повышение температуры до  $95^\circ\text{C}$  на второй стадии гидролиза приводит к достижению содержания карбоксильной группы 37-40%. Как оказалось, первая стадия процесса при более низких температурах  $\approx 70^\circ\text{C}$  способствует повышению содержания карбоксильных групп, за счет перевода нитрильной группы в амидную. В продуктах омыления ОПАН с использованием раствора жидкого стекла и когда каждую стадию процесса проводят по 1,5 часа полностью отсутствуют полосы поглощения нитрильной группы.

Исходный ОПАН не растворим в воде. Гидролизованые формы в зависимости от продолжительности процесса значительно хорошо растворяется в воде, что также приводит к изменению вязкостных характеристик их растворов. Исходный МКАА хорошо растворим в воде. В разбавленных растворах сополимер ионизирован полностью, т.к. число карбоксильных групп в составе данного сополимера сравнительно выше (соотношение малеиновой кислоты и акриламида 1:8). Следовательно, рост содержания МКАА приводит к уменьшению значений рН его раствора.

Проявление изменения зависимости удельной вязкости от концентрации раствора гидролизованных полимеров имеет схожую природу. Однако, значительное структурообразование в растворе с Са-ОПАН области больших концентрации, вероятно, что связано с различными значениями

молекулярной массы, а также структурообразующими характеристиками ионов  $\text{Ca}^{2+}$  связанных с карбоксильной группой. Зависимость удельной вязкости и рН растворов от концентрации ПЭ приводится в табл. 4.

Таблица 4.

Зависимость характеристик растворов от концентрации

Образец	Концентрация							
	0,01		0,05		0,1		0,5	
	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН	$\eta_{\text{уд}}$	рН
Na-ОПАН	0,29	9,7	0,77	10,3	0,98	10,7	3,32	11,4
NaSi-ОПАН	0,16	7,6	0,71	8,8	0,87	9,02	3,03	10,01
NaC-ОПАН	0,12	9,4	0,61	10,2	0,83	10,6	2,92	11,07
Ca-ОПАН	0,20	7,8	0,73	8,9	0,90	9,3	3,14	10,09
Na-МКАА	1,14	11,03	1,77	11,45	2,81	11,75	7,97	12,09
NaSi-МКАА	0,94	6,97	1,29	7,4	1,85	7,5	4,26	7,90
NaC- МКАА	0,81	6,8	1,13	7,12	1,81	7,23	4,05	7,79
Ca-МКАА	1,06	9,93	1,43	10,18	2,52	10,67	6,59	11,08

Как показывают данные таблицы рост концентрации приводит к моментальному повышению значений вязкости для всех исследуемых образцов, что особенно заметно у водных растворов образцов, полученных гидролизом NaOH и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . Наличие аномалии вязкости менее выражена для Ca-ОПАН, однако, у образца Ca-МКАА данная аномалия соответствует более низким концентрациям, что связано с большей молекулярной массой и большим количеством карбоксильных групп.

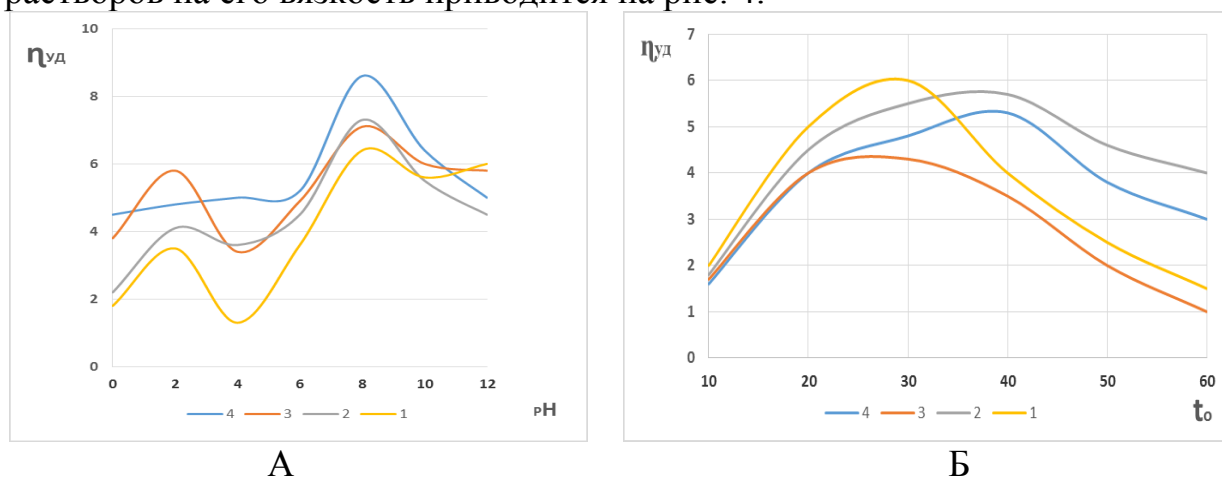
Различия в характеристиках гидролизованных форм ОПАН и МКАА связано с конформационным состоянием макромолекул в растворе. Для разбавленных растворов гидролизованных МКАА характерна гомогенность, с повышением концентрации увеличивается и ориентированность звеньев в макромолекуле, за счет чего система переходит в более развёрнутый тип. При низких концентрациях макромолекул гидролизованных ОПАН обнаруживаются бесформенные агрегаты частиц, особенно для образцов NaC-ОПАН. Карбонат натрия более слабое основание по сравнению с другими гидролизующими смесями и вероятно процесс гидролиза в значительной части протекает без образования амидина. Следовательно, в этом процессе не происходит полное исчезновение нитрильных групп, т.к. уже образовавшиеся карбоксильные группы экранируют их, что приводит к остановке реакции гидролиза. Поэтому макромолекулы имеют более свёрнутую форму.

Появление волокнистых структур связаны с повышенными выходами процесса гидролиза и выпрямлением макромолекул за счет стерических эффектов соседних функциональных групп. Однако, в случае образца Ca-ОПАН были замечены образования полностью фибриллярных нитей при хранении данных образцов. Вероятно, при хранении протекает дальнейший гидролиз.

Вязкость растворов гидролизованных форм ОПАН и МКАА, за исключением их NaSi- форм, при длительном хранении практически не

меняются. Имеются данные, что гидролизованные в среде жидкого стекла полимеры образуют осадок кремниевой кислоты. Вероятно, это и есть причина данного изменения.

Изучено влияние температуры на вязкость растворов гидролизованных ОПАН и МКАА. Исследование показало, что при повышении температуры до 40-45°C приводит к незначительному повышению вязкости растворов на основе Са- и NaSi вне зависимости от природы исходного полимера. Дальнейшее повышение температуры вызывает резкое понижение значения вязкостных характеристик. Для других изучаемых объектов схожая зависимость не наблюдается, а только рост температуры снижает значение вязкости растворов. Результаты изучения изменения температуры и pH растворов на его вязкость приводится на рис. 4.



**Рис. 3. Зависимость удельной вязкости растворов: 1) Na-ОПАН; 2) NaSi-ОПАН; 3) NaC-ОПАН; 4) Са-ОПАН от а) pH; б) температуры.**

По литературным данным известно, что при различных значениях pH среды макромолекулы водорастворимых полимеров имеют различные строения. Приведенные экспериментальные результаты говорят о том, что вязкость растворов полимерных препаратов при различных значениях pH среды изменяется идентично вязкости известных полимеров (гипан). Так при  $pH > 8$  происходит выпрямление за счет наличия карбоксильных групп и диссоциации солевых групп, за счет чего резко увеличивается вязкость. Как показывают кривые рисунка и их природа при сильнощелочных средах вязкостные характеристики данных ПЭ не различаются между собой. В сильноокислых условиях данные ПЭ незначительно различаются между собой.

С ростом температуры до 30°C наблюдается повышение вязкости среды, а дальнейшее повышение температуры способствует снижению всех полиэлектролитов. Следовательно, изменение вязкости растворов всех ПЭ подчиняются общим закономерностям. Таким образом, макромолекулы данных полимеров при значениях pH среды 3-4,5 переходят от одной формы к другой. Максимальное структурообразование для отдельных полимеров лежит в интервале значений 6,5-9.

Для установления состава и соотношения функциональных групп полученных ПЭ, определялись значения кислотного числа, содержания азота (табл. 5).

Таблица 5.

Характеристики гидролизованных полимеров

Образец	Содержание азота в полимере, %.	Степень гидролиза, %	Кислотное число, мг/г
Na-ОПАН	11,25	43,2	118,4
NaSi-ОПАН	11,58	41,9	167,7
NaC-ОПАН	14,38	31,1	141,7
Ca-ОПАН	13,63	37,9	131,9
Na-МКАА	7,89	48,0	288,6
NaSi-МКАА	8,90	41,9	277,2
NaC-МКАА	10,77	32,1	307,7
Ca-МКАА	10,11	35,1	274,4

Как показывают данные таблицы при гидролизе гидроксидом и силикатом натрия выход процесса имеют наивысшие значения, за счет чего снижается количество азота в составе полимеров. При этом значения КЧ имеет сравнительно меньшие значения вероятно за счет омыления и образования групп  $-\text{COONa}$ .

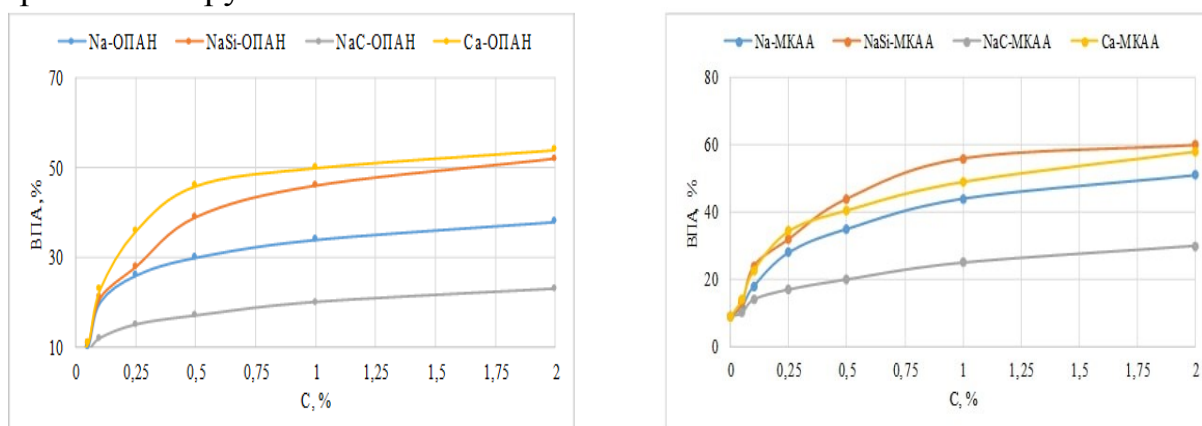


Рис. 4. Зависимость количества образующихся в почве ВПА от концентрации гидролизованных ПЭ.

Были проведены предварительные опыты по выяснению структурообразующего действия полученных гидролизованных образцов ПЭ. Зависимость концентрации на ВПА почв иллюстрированы на рис. 5.

Количество водопрочных агрегатов увеличивается с повышением концентрации растворов гидролизованных полимеров при одинаковых их расходах (6 мл на 50 г почвы). Исследования показали, что на почвах при добавке NaSi- и Ca-формы полимеров количество водопрочных агрегатов больше по сравнению с Na-формами. Самые низкие значения данной характеристики показывают образцы почв, обработанных с NaC-формой вне зависимости от природы исходного полимерного материала.

Другая картина наблюдается при увеличении концентрации растворов Na-ОПАН и Na-МКАА более 1,5%, т.к. повышение концентрации способствует не повышению количества ВПА, а снижению. Вероятно, в

данном случае под влиянием адсорбированных полимерных частиц происходит полная экранизация поверхности частиц полимером, и взаимодействие которых с водной средой является термодинамической выгодной, за счет чего происходит пептизация образовавшихся агрегатов.

Таким образом, синтезированные материалы характеризуются сравнительно высокими стабилизирующими характеристиками по отношению к дисперсиям песков, что даёт предположить их высокие закрепляющие способности песков и почвогрунтов.

В данной главе также приводятся результаты создания технологической схемы и технологии промышленного производства закрепляющих добавок на основе ДЖ и ОПАН.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Исследование особенностей пропитки песка различными по природе закрепляющими системами показало влияния химико-минералогического состава песка и его степени дисперсности, гравитационных сил, механического уплотнения песков и природы взаимодействия закрепителей с поверхностью частиц песка на процессы пропитки жидкости, глубины проникновения, пластическую прочность песков, в целом на процессы закрепления.

2. Установлено, что при пористости песка  $>44\%$  диаметр каналов, создаваемых в системе песков составляет  $1,6 \cdot 10^{-2}$  мм. Следовательно, нельзя пренебречь силами тяжести при изучении закрепительных процессов для данной системы песка.

3. Анализ процессов гидролиза отхода ПАН способствовал определению оптимальных их условий: рН системы гидролиза 12-13,5 температура 1-стадии (1 ч)  $65-70^{\circ}\text{C}$ , второй стадии (1-15, ч)  $90-95^{\circ}\text{C}$ .

4. Содержание нитрильных групп в процессе гидролиза уменьшается экспоненциально и достигает максимально низкого значения  $27\%$  при гидролизе смесью ДЖ+NaOH и эффективность гидролизующих агентов уменьшается в ряду:  $\text{NaOH} + \text{ДЖ} > \text{Na}_2\text{SiO}_3 > \text{NaOH} > \text{Na}_2\text{CO}_3$ .

5. При обработке реагентами Na-ОПАН; NaSi-ОПАН; NaC-ОПАН и Ca-ОПАН количество водопрочных агрегатов в системе песков увеличивается от 9 до 38; 52; 23 и 54 %, соответственно.

6. Значение коэффициента насыщения для раствора Na-МКАА больше чем у образца: К-МКАА; Na-ОПАН; гипан и КМЦ в 1,12; 1,34; 1,47 и 1,48 раза, соответственно, что свидетельствует об избытке данного раствора в качестве связующего (5-12%). Расхождения объемов пропитки связаны с высокими способностями молекул полимера сорбироваться на гидратных слоях поверхности песчаных частиц, уменьшая размеры порового пространства.

7. Разработана технология получения закрепляющего агента на основе отхода ПАН и дистиллерной жидкости, получены опытно-промышленные партии закрепителя, которые апробированы при закреплении подвижных песков Муйнакского региона.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF  
DSc.03/30.12.2019.K/T.04.02 AT  
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**  

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**AXMADJONOV ILHOMJON LUHMONOVICH**

**CREATION OF STRUCTURE-FORMING WATER-SOLUBLE  
POLYMERS OF SANDS AND SOIL AND THEIR COLLOIDAL-  
CHEMICAL PROPERTIES**

**02.00.11 – Colloid and membrane chemistry**

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

**Tashkent – 2022**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (Ph.D) was registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.2.PhD/K401.**

The dissertation has been carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan institute.

The abstract of dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is available online ([www.tkti.uz](http://www.tkti.uz)) Scientific Council and on the website "ZiyoNet" information-educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Kuldasheva Shakhnoza Abdulazizovna**  
doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:** **Axmedov Ulug Karimovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Xandamov Davron Abduqodirovich**  
doctor of chemical sciences, associate professor

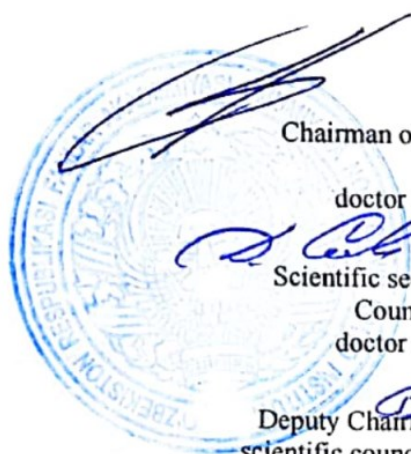
**Leading organization:** **Namangan institute of engineering and technology**

The defense will take place on «27» January 2022 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic chemistry. Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 2) Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60.

Abstract of dissertation was mailed on «14» January 2022 year

(mailing report № 2 on «14» January 2022 year).



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

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

**I.D. Eshmetov**  
Deputy Chairman of scientific seminar under  
scientific council on award of scientific degree  
of doctor of sciences, doctor of technical  
sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim** of the study is to synthesize structure-forming water-soluble polymers of moving sands and soils and to study their colloid-chemical characteristics.

**The objects** of research are nitron fiber waste, distillation liquid, maleic acid-acrylamide copolymer and samples of fixing reagents based on them.

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

The calculated values of the equivalent diameter of the channels created in the polydispersed sand system are  $3.42-3.91 \cdot 10^{-2}$  mm, which shows the need to take into account the forces of gravity when studying the fixing processes for this sand system;

the possibilities of fixing mobile sands by homogeneous and heterogeneous systems were established: analysis of the kinetics of fixing processes and changes in the plastic strength of sands showed the dependence of the conditions of penetration of the fixer with the formation of a free flow in space under the influence of gravitational or capillary forces on the type of binding agent and on the composition of the sand itself;

the degree of influence of various factors on the degree of hydrolysis of OPAN and MAAA was established. The optimal conditions for obtaining fixing additives with high structure-forming characteristics are the following values: pH of the hydrolysis system 12-13.5; temperature of 1-stage (1 hour) 65-70°C, second stage (1-15, h) 90-95 ° C;

with hydrolysis with sodium hydroxide and sodium silicate, the process yield has the highest values of 43.2 and 41.9%, respectively, for the Na-OPAN and NaSi-OPAN samples. In this case, the acid number has comparatively lower values, 118 and 168 mg / g, due to saponification and the formation of –COONa groups.

Impregnation of sands with samples of NaSi-MAAA (KSi-), Ca-MAAA, NaSi-OPAN, Ca-OPAN leads to an instant increase in strength, while impregnation with a CMC solution, on the contrary, leads to a decrease in the strength of sands. The values of the saturation coefficient for the Na-MCAA solution are greater than for the sample: K-MCAA; Na-OPAN; hypane and CMC at 1.12; 1.34; 1.47 and 1.48 times, respectively, which indicates an excess of this solution as a binder (5-12%).

**Implementation of the research results.** Based on scientific results on obtaining polymer fixers based on PAN waste:

Ca-OPAN fixer based on PAN waste and distilled liquid is included «in the list of promising developments for implementation in 2022-2023» in practice at UE «Kungrad Soda Plant» (Reference of the Committee for Environmental Protection and Ecology of the Republic of Karakalpakstan № 02/18-2563-dated November 29, 2021). As a result, together with the creation of a water-soluble polymer for fixing the sands, it is possible to partially utilize the distilled liquid;

the developed fixing compositions intended for fixing moving sands and soils

are included in the list of promising developments for implementation in 2022-2023 in the practice of the Committee for Environmental Protection and Ecology of the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Committee for Environmental Protection and Ecology of the Republic of Karakalpakstan № 02/18-2563-dated November 29, 2021). As a result, along with the formation of a solid structure on the surface of mobile dispersions of soils and sands, it is possible to eliminate the environmental problems of the desert regions of the republic.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature and applications. The dissertation is consist of 112 pages.

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

1. Kuldasheva Sh.A., Ahmadjonov I.L., Eshmetov I.D., Adizova N.Z., Akbarov Kh.I. Fixing mobile desert sands: definition of water resistance, mechanical strength and mechanism of fixing //Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences: Vol. 3: Iss. 1, Article 9. (2020) P. 98-109 (“Digital Commons” платформаси).

2. Axmadjonov I.L., Abdurakhimov S.A., Kuldasheva Sh.A., Salixanova D.S., Adizov B.Z., Reymov A.M. Factors reducing the mechanical strength of the anchoring crest of mobile soils and sands //Science and Education in Karakalpakstan №3(15)2020 сон 77-80 p. (Resolution of the Regulation Commission of the Supreme Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan from 24.05.2017 y. №5/2).

3. И.Л.Ахмаджонов, А.Б.Абдикамалова, Ш.А. Кулдашева, И.Д. Эшметов, Г.Б.Рахимова Обоснование и установление возможности управления процессов структурообразования в подвижных песках с использованием новых закрепляющих добавок и их композиций //Узбекский химический журнал. -2020, -№ 6. С. 32-41 (02.00.00, №6).

4. И.Л.Ахмаджонов, Ш.А.Кулдашева, И.Д.Эшметов, Н.З.Адизова Изучение влияния ветрового потока воздуха на эрозию закрепленных почвогрунтов и песков арала //Узбекский химический журнал. -2019, -№ 2. С. 29-35 (02.00.00, №6).

5. Ахмаджонов И.Л, Усмонова А.Г., Кулдашева Ш.А., Адизова Н.З. Чўл худудлари кўчма тупроқ ва кумларини мустаҳкамлашнинг муҳим параметрлари ва уларни ўрганишнинг ахамияти “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Бухоро шаҳри. 2020 йил 3-сон С 223-231 (02.00.00, №14).

6. Sh.A. Kuldasheva, I.L. Axmadjonov, I.D. Eshmetov, D.X Abdurahimov Suvda eruvchan polimerlar yordamida ko‘chma tuproq-qumlarda mustaxkam struktura hosil qilish //Qo‘qon Davlat pedagogika instituti Ilmiy xabarlar №1-19.05.2021. 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).

7. I.L. Axmadjonov, A.I. Sharipova, A.B. Abdikamalova, G.B. Raximova, Sh. A. Kuldasheva Ko‘chma tuproq qumlarda mustaxkam struktura hosil qiluvchi suvda eruvchan polimerlar sintezi //Qo‘qon Davlat pedagogika instituti Ilmiy xabarlar №3 03.09.2021.С 17-23. (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).

**II бўлим (II часть; part II)**

8. I.L. Akhmadjonov., A.I. Sharipova., A.B. Abdikamalova., Kh.I. Akbarov., Sh.A. Kuldasheva Synthesis of New Fixings of Mobile Sands (2021). Alinteri Journal of Agriculture Sciences 36(1): 356-361p. (Web of Science (1))

9. Kuldasheva Sh.A., Axmadjonov I.L., Adizova N.Z., Abdulkhayev T.D. Efficiency of Fixing Mobile Sands for Solving some Ecological Problems of Desert Zones of Surkhandarya Solids state technology. Ussue:4 376-382 vol. 63 Researchgate (41) IF-0,3 No. 4 2020.

10. I.L Axmadjonov., A.B. Abdikamalova., Sh.A Kuldasheva., SH.SH. Daminova., SH.O.Toshev. Studying the possibility of anchoring mobile sands by homogeneous and heterogeneous systems Solids state technology. Ussue:6 6662-6676 vol. 63 Researchgate (41) IF-0,3 No. 6 2020.

11. Axmadjonov I.L., Abduraximov D.X., Kuldasheva Sh.A., Abdikamalova A.B., 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, Website: journalnx.com, May 25th – 26th 2021. C.920-924.

12. Ш.А.Кулдашева, Н.З.Адизова, И.Л. Ахмаджонов, Ш.Д.Суванов, А.А.Рашидов Механизм структурообразования химического закрепления подвижных песков комплексными добавками //Республиканская научно-техническая конференция Ресурсо-и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокоспозиционные материалы. 25-26 апреля Ташкент-2019 г.С.147-149

13. Ш.А.Кулдашева, И.Л.Ахмаджонов, Н.З.Адизова, А.Г.Акмалова, Ш.Д.Суванов, А.А.Рашидов Орол ва сурхондарё кучма тупроқ ва кумлари минерологик, кимёвий ва дисперс таркиблари хусусияти //XXI аср-интеллектуал ёшлар асри мавзусидаги республика илмий амалий конференцияси Ташкент-2019 й. С.107-109

14. Ш.А.Кулдашева, Н.З.Адизова, Ш.Д.Суванов, И.Л.Ахмаджонов, А.А.Рашидов, Р.Казбеков Influence of wind flow of air on erosion of fixed ground and sand of the aral sea I Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической Промышленности и в смежных отраслях” 24-25 мая 5-часть Фергана-2019. С.283-285

15. Ахмаджонов И.Л., Адизова Н.З., Адизов Б.З., Пайғамов Р.А., Кулдашева Ш.А. Орол бўйи кўчма кумларини сув ва бензол буғи билан адсорбцияси Ҳозирги замон тупроқшунослик ва деҳқончилик муаммолари Республика илмий анжумани материаллари тўплами. Фергана 16-октябрь, 2019 г. с141-142

16. Ш.А.Кулдашева, Н.З.Адизова, А.Б.Абдикамалова, И.Д.Эшметов, И.Л. Ахмаджонов. Закрепление подвижных песков со дна осушенного арала с помощью солестойких композиции СБОРНИК ТРУДОВ I Международного Узбекско-Казахского Симпозиума «Актуальные проблемы развития

химической науки и промышленности Ташкент (24-25 октября 2019 года) с.192-197.

17. Ш.А. Кулдашева, Н.З. Адизова, И.Л.Ахмаджонов Investigation of the effect of the wind air flow on the mechanical strength of the fixed aral sands XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии Том 3. 9-13 сентября Санк-Петербург. С. 29.3

18. Ш.Кулдашева, И.Ахмаджонов, Н.Адизова, А.Акмалова Взаимодействия мелиорантов-закрепителей с частицами песка пустыни Материалы Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 28 сентября Украина-2019 года Вып. 51 Сборник научных трудов Переяслав-Хмельницкий – 2019. С. 295-298.

19. Ш.А.Кулдашева, И.Д.Эшметов, А.Б.Абдукамалова, И.Л. Ахмаджонов Современное состояние проблемы химического закрепления подвижных песков осушенного дна арала Институт химии и физики полимеров Республиканская конференция «Современные проблемы науки о полимерах» 31-10,1-11 2019 г Ташкент 2019. С. 17.

20. И.Л.Ахмаджонов, А.Г.Усмонова Қуриган орол денгизи кўчма кумларини комплекс мустаҳкамлаш: сувбардошлиги, механик мустаҳкамлиги “Ўзбекистоннинг умидли ёшлари” мавзусидаги 2-сон Республика Олий таълим муассасалари бакалаврият ва магистратура босқичи талабаларининг масофавий илмий-амалий конференцияси Тошкент 2020 йил 20- июнь С. 9-11.

21. Кулдашева. Ш.А., Ахмаджонов И.Л., Адизова Н.З. Закрепление подвижных песков пустынных регионов Сурхандарьи с помощью солестойких композиций Высшая школа: научные исследования Москва 2020 С. 101-106.

22. И.Л Ахмаджонов., Ш.А Кулдашева., С.Ф.Қодирова Сода ишлаб чиқариш корхонаси чиқиндиси утилизацияси-муҳим экологик муаммо ечимидир «Илм-фан ва таълимда инновацион ёндашувлар, муаммолар, таклиф ва ечимлар» мавзусидаги 8-сонли Республика илмий-онлайн конференцияси материаллари тўплами 30 январь, 2021. 4-ҚИСМ. 9-11 б.

Автореферат Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги  
«Кимё ва кимёвий технология» журнали таҳририятида  
таҳрир қилинди

**Bosmaxona litsenziyasi:**



**9338**

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 9/22.

Гувоҳнома № 851684.  
«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.