

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

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИЙ ФАҢЛАР ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

ИСМАЙЛОВ БАХТИЯР МУРАТБАЕВИЧ

**БАРХАН ҚУМЛАРИНИ БЕНТОНИТ ГИЛИ СУСПЕНЗИЯСИ ВА
САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИ ЁРДАМИДА МУСТАХКАМЛАШНИНГ
КОЛЛОИД-КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент-2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

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

Исмаилов Бахтияр Муратбаевич

Бархан кумларини бентонит гили суспензияси ва саноат чиқиндилари
ёрдамида мустаҳкамлашнинг коллоид-кимёвий асослари 3

Исмаилов Бахтияр Муратбаевич

Коллоидно химические основы закрепления барханных песков с помощью
суспензии бентонитовых глин и отходов производства 21

Ismailov Baxtiyar Muratbaevich

Colloidal-chemical bases for fixing dune sands with the help of a suspension of
bentonite clays and production wastes 39

Эълон қилинган илмий 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**

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИЙ ФАНЛАР ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

ИСМАЙЛОВ БАХТИЯР МУРАТБАЕВИЧ

**БАРХАН ҚУМЛАРИНИ БЕНТОНИТ ГИЛИ СУСПЕНЗИЯСИ ВА
САНОАТ ЧИҚИНДИЛАРИ ЁРДАМИДА МУСТАХКАМЛАШНИНГ
КОЛЛОИД-КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ**

02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси

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

Тошкент-2024

Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги хузуридаги Олий Аттестация Комиссиясида В2023.2.PhD/К646 рақам билан рўйхатга олинган

Диссертация Қорақолпақ табиий фанлар илмий тадқиқот институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziynet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Туремуратов Шарибай Наурызбаевич
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Кулдашева Шахноза Абдулазизовна
кимё фанлари доктори, профессор

Адизова Наргиза Замировна
кимё фанлари фалсафа (PhD) доктори

Етакчи ташкилот:

Урганч давлат университети

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги DSc.02.30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «19» апрель 2024 йил соат 15⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru.

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (10-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60); факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2024 йил «8» апрель куни тарқатилди.
(2024 йил «8» апрельдаги № 10- 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 даража берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси ўринбосари, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда кум зарраларини атмосферага тарқалиши билан боғлиқ вазият атроф муҳитга салбий таъсирини кўрсатиб келмоқда. Бунинг натижасида келиб чиқадиган экологик муаммони бартараф этиш ва атроф муҳит объектларини яхшилаш борасида янги мустаҳкамловчи қўшимчалар яратиш долзарбдир. Шу сабабли, мустаҳкамловчи қўшимчаларнинг таркиби ва хусусиятларини оптималлаштириш, шунингдек уларни қўллашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш катта аҳамиятга эга.

Жаҳонда бугунги кунда атмосферага кум зарраларининг тарқалишини олдини олиш учун маҳаллий хомашёлар ва саноат чиқиндилари асосида янги мустаҳкамловчи қўшимчаларни яратиш буйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, қатор илмий ечимларни асослашга, жумладан: табиий хом ашё, синтетик реагентлар ва саноат чиқиндилари асосидаги аралашмаларни танлаш, бентонит ва полимер мустаҳкамловчиларнинг кум ва тупроқ дисперслари билан таъсирлашиш шароитларини ўрганиш, саноат чиқиндиларидан мустаҳкамловчи реагентлар синтез қилиш ва уларнинг структура ҳосил қилиш хусусиятларини тадқиқ қилиш, мустаҳкамловчи реагентларни ишлаб чиқариш технологияларини яратишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада янги материаллар, шу жумладан маҳаллий хом ашёлар ҳисобланган бентонит ва бошқа минерал қатламли материаллар, синтетик полимерлар ва саноат чиқиндиларига асосланган бархан кумлари мустаҳкамловчиларини ишлаб чиқариш технологияларини яратиш буйича илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегиясининг учинчи йўналишида «Миллий иктисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада саноат ва атроф-муҳит муҳофазасининг замон талабларига жавоб берадиган юқори самарали мустаҳкамловчи реагентларни яратиш, функционал хусусиятлари ва олиниш шароитлари ҳамда таркиби ўртасидаги боғлиқликни ўрнатиш алоҳида аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 23-августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021- йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чоратadbирлари тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28-январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

меъёрий-хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёда кўчма кумлар учун мустаҳкамловчи структурантларни яратиш соҳасидаги мақсадли тадқиқотлар турли илмий мактабларнинг олимлари томонидан фаол олиб борилмоқда. Жумладан, Джерри Энгланд, Джеймс Лоу, Карлос Керпен, Роберт Кляйн ва бошқалар каби тадқиқотчилар алоҳида ўринга эга. Мазкур ҳамда бошқа олимлар кум қатламларининг тарқалиши ва ўпирилишининг олдини олишга ёрдам берадиган самарали реагент ва материалларни ишлаб чиқиш учун кўчма кумларни мустаҳкамлаш ва боғлаш муаммосини ўрганишга катта ҳисса қўшмоқдалар.

Ўзбекистонда К.С. Ахмедов бошчилигида кўчма кумларни мустаҳкамлаш учун структура ҳосил қилувчи моддалар ва бошқа кимёвий реагентлар яратишга қаратилган мактаб ташкил этилган бўлиб, уларнинг вакиллари: Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекел, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Б.Н.Хамидов, Г.Р.Нарметова, И.К.Сатаев, Ш.А.Кулдашева ва бошқалар унинг ривожланишига катта ҳисса қўшдилар.

Қайд этиш жоизки, бугунги кунга қадар кўчма кум тепаликлар таркиби ва бошқа хусусиятларини эътиборга олган ҳолда бентонит, соапсток ва терини қайта ишлаш саноати чиқиндилари асосида самарали мустаҳкамловчи ва озукавий моддаларини ўз ичига олувчи қўшимчаларнинг янги турларини яратиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмаган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Қорақалпоқ табиий фанлар илмий-тадқиқот институти илмий-тадқиқот режаларига мувофиқ. «Қорақалпоғистон Республикаси табиий ва минерал ресурсларини излаш ва улардан оқилона фойдаланишнинг илмий асосларини тадқиқ этиш ва ишлаб чиқиш» (ПФИ-7, 2012-2016); «Қорақалпоғистоннинг карбонат минералларидан фойдаланиш асосида боғловчи тизимларни ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш ва илмий асосларини яратиш» (ФА-Ф-7-001, 2017-2020) ҳамда «Жанубий Оролбўйи минтақасининг минерал ресурсларидан фойдаланиш асосида композит боғловчи тизимларни ишлаб чиқиш учун илмий ва физик-кимёвий асосларни яратиш» (2021-2024) мавзусидаги амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади бентонит ва саноат чиқиндилари асосида кўчма кум тепалари учун маҳкамловчи қўшимчани яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

танланган дисперс тизимларнинг кимёвий-минералогик ва дисперсион таркибини ўрганиш (бентонитлар ва кум намуналари);

кўмнинг устки қатлам хусусиятларига бентонит-соапсток-сув маҳкамловчи тизимни яратиш жараёнлари ва ишлаб чиқариш шароитларининг таъсирини ўрганиш;

бентонит+полиакриламид ва бентонит+КМЦ мустаҳкамловчи аралашма таркибини кўчма кўм намуналарининг хусусиятларига таъсирини ўрганиш;

кўм намуналарини намланиши ҳамда сув буғининг адсорбцияси ҳисобига кўм+мелиорант таъсирлашиш механизмини ўрнатиш;

тери ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида гидрогел яратиш, унинг бўқишига таркибнинг таъсирини ўрганиш;

яратилган мустаҳкамловчи аралашмалар ва агрогидрогелнинг дала синовларини ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Белтау, Муйноқ ва Хўжакўл конларининг бентонит гиллари, Муйноқ ва Нукус конларининг кўм намуналари, полиакриламид (ПАА), КМЦ, соапсток ва тери ишлаб чиқариш саноатининг коллаген чиқиндилари (КЧ) олинган.

Тадқиқотнинг предметини структура ҳосил қилишини ўрганиш усуллари, КЧ, бентонит, ПАА ва КМЦ асосидаги гидрогелларнинг синтези ва мустаҳкамловчи аралашма таркибий қисмларининг дисперс муҳит билан таъсирлашиш механизмлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда дисперс тизимларнинг физик-кимёвий (рентгенофлуоресцент, электрон микроскопик таҳлиллар) ва коллоид кимёвий (вискозиметрик, кондуктометрик) хусусиятларини аниқлашнинг замонавий ва анъанавий усуллари билан кенг фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

соапсток миқдори суспензия умумий массасинининг 3-5% ташкил этганда шаклланадиган қобикнинг барқарорлигига эришиш, бу кўмнинг самарали мустаҳкамланишини таъминлайди, аммо ушбу миқдордан ортиб кетиши қобикнинг мўртлиги ва ювилиш қобилиятининг ортишига олиб келиши аниқланган;

терини қайта ишлаш саноатининг коллаген чиқиндилари асосида агрогидрогелни яратиш шароитлари аниқланиб, улар юқори бўқиш хусусиятлари, ҳамда умумий миқдори 20% гача бўлган калий, азот, фосфор каби озукавий элементлар тутган гелларни ишлаб чиқариш имконияти аниқланган;

ёғ кислоталари полимер-аналог ўзгаришлар ҳисобига таъсирлашиши ҳамда ПАА ва КМЦ ретикуляцияси тизимда ўзаро боғланган реагент N,N'-метиленбисакриламид мавжудлиги туфайли содир бўлиб, бунинг натижасида сувда бўқиш қобилияти $pH = 7.5$ да 128, 418 ва 661% га етиши аниқланган;

сувдаги дастлабки коллаген учун биодеградациянинг максимал даражаси 99% гача эрилишилиши, озукавий моддаларни (K^+ ва P^{+5}) ўз ичига олган ўғитлар учун қўйидаги кўрсаткичлари: КОКМЦ ўғитлари учун 85%, КОПАА учун 75% ва ГКО учун 89% дан ортиқ, бу табиий бирикмалар (соапсток компонентлари) ва КМЦ ни ўз ичига олган маҳсулотлар учун юқори

биодеградация даражасини ҳамда синтетик полимер - ПАА билан ишлайдиган бирикмалар учун паст эканлиги исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

бентонит, соапсток ва бентонит, соапсток ва ПАА асосидаги мустаҳкамловчи қўшимчалар композициялари ишлаб чиқилган;

кўмларнинг хусусиятларини яхшилаш учун қайта ишлаш саноатидаги чиқиндиларни гидрогел қўшимчаларига қайта ишлашнинг услубий асослари ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий физик-кимёвий (рентгенофазовий, термик, электрон-микроскопик, рентгендифракцион) ва коллоид-кимёвий (визкозиметрик, кондуктометрик, адсорбцион) таҳлил натижалари ва Қорақалпоғистон Республикаси атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва Экология қўмитаси базасида синовдан ўтканлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти иккиламчи хом ашёни қайта ишлаш методологиясини ишлаб чиқиш ва улар асосида кучма кўмларида структурани шакллантириш учун самарали мустаҳкамловчи қўшимчаларни яратиш, уларнинг таркиби ва функционал хусусиятларининг боғлиқлигини аниқлаш билан асосланиб, кўчма кўмларни мустаҳкамлаш учун структура ҳосил қилувчилар ва бошқа реагентларни яратиш жараёнини мақсадли амалга ошириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти саноат чиқиндилари асосида мустаҳкамловчи қўшимчалари ва гидрогелларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш, Орол денгизи минтақасининг экологик муҳитини яхшилаш ҳамда кимё ва кимёвий технологиялар соҳасидаги таълим муассасаларида магистр ва бакалаврларни тайёрлаш жараёнига хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий этилиши. Бентонит, соапсток ва ПАА асосида мустаҳкамловчи ва структурантларни олиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кўчма кўмларнинг механик мустаҳкамлиги ва намлигини ошириш учун структурани ташкил этувчи суспензия композицияларини олиш технологияси Қорақалпоғистон Республикаси ўрмон хўжалиги қўмитасининг «2024-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган (Қорақалпоғистон Республикаси Ўрмон хўжалиги қўмитасининг 2023 йил 27 мартдаги 1-37-сонли маълумотномаси). Натижада бентонит, полиакриламид ва соапсток асосидаги структура ҳосил қилувчи суспензияларнинг композициялари 64,9-76,8 % гача тузилган кўм зарраларини яхшилаш имконини берган;

кучма кўмларни ва тупроқларни қотириш учун композицион реагентлар таркиблари ва уларни қуллаш усуллари Қорақалпоғистон Республикаси ўрмон хўжалиги қўмитасининг «2024-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган (Қорақалпоғистон Республикаси Ўрмон хўжалиги қўмитасининг 2023 йил 27 мартдаги 1-37-сонли маълумотномаси). Натижада, саноат чиқиндилари ва бентонит гиллари

асосидаги композит кўшимчалардан фойдаланишдан ўсимликлар ўсиш даражасини 80,0% гача ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот ишининг асосий натижалари 4 та халқаро ва 16 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг нашр этилганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий ишлар нашр этилган, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси диссертацияларнинг асосий натижаларини нашр этиш учун тавсия қилган илмий нашрларда 6 та илмий мақола, 4 таси республика ва 2 таси халқаро журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан ташкил топган. Диссертация ҳажми 114 бетдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, саноат тажриба-синовлари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Кўчма қумтепалик қумларини мустаҳкамлашиш ва структура ҳосил бўлиш жараёнларини таҳлили»** деб номланган биринчи бобида, кимёвий мелиорация йўли билан кучма қумларни мустаҳкамлаш муаммосини ҳал қилиш йўллари ва ҳозирги ҳолати таҳлил қилинган, қумларни бентонит суспензияси ёрдамида, шунингдек сувда эрувчан полимерлардан самарали мустаҳкамловчи ҳамда ҳаракатланувчи қум ва тупроқларда тузилиш ҳосил қилувчи сифатидаги мустаҳкамлаш имкониятлари батафсил таҳлил қилинган. Тери ишлаб чиқариш саноати чиқиндиларидан қум ва тупроқ учун мустаҳкамловчи ҳамда ўғит сифатида фойдаланиш имконияти ҳақида адабиётларда мавжуд маълумотлар умумлаштирилган ва таҳлил қилинган.

Адабиётлар таҳлили маҳаллий бентонит гиллари ва уларнинг турли хил структура ҳосил қилувчилар билан ишланган суспензиялари ҳаракатланувчи қумларни мустаҳкамлаш учун ишлатилиши мумкинлигини кўрсатди. Адабиётларни таҳлил қилиш диссертация ишининг мақсад ва вазифаларни шакллантиришга имкон беради.

Диссертациянинг **«Тадқиқот объектларининг таркиби ва тузилишини тадқиқ қилиш»** деб номланган иккинчи бобида дастлабки материалларнинг тадқиқот натижалари келтирилиб, уларни модификациялаш ҳамда структурасини тадқиқ қилиш усуллари ёритилган.

Тадқиқот учун Мўйноқ (Орол денгизининг қуриган тубидан) ва Белтау конларининг бентонит гиллари танлаб олинган. Уларнинг таркиби ва структуравий хусусиятларини аниқлаш учун кенг қамровли таҳлиллар ўтказилган.

Мўйноқ конининг куруқ бентонит намуналарининг (БМ1) рентген дифракциясида монтмориллонит, гидрослюда, каолинит, дала шпати ва кварц мавжудлигига мос келадиган чизиқлар аниқланган. Иллит ва калцитга хос бўлган чизиқларнинг интенсивлиги паст бўлган. Монтмориллонит асосан қатламлари орасида калций ва магний катионларини ўз ичига олади, бу қатламлараро бўшлиқларда фақат битта сув қатламини ўз ичига олган ишқорий монтмориллонитдан фарқли ўлароқ, икки молекуляр сув қатлами мавжудлигини кўрсатади.

Бентонит гилининг (БМ2) қатлам чуқурлиги ортиши билан унинг таркиби ўзгаради, буни намунанинг рентгенограммасидан кузатиш мумкин. Ушбу намунанинг асосий таркиби натрий монтмориллонитдан иборат (1,5450; 1,2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767 нм). Монтмориллонитга мос келадиган чизиқлар БМ2 гилнинг рентген диффрактограммасида кузатилиб (2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767; 1,502 нм), бу ушбу жинсдаги асосий минерал ҳисобланади.

Белтау конининг (ББ1) куруқ гил намуналари рентген диффрактограммаларида монтмориллонит, гидрослюда ва каолинит мавжудлигини кўрсатадиган чизиқлар мавжуд. Бундан ташқари, 0,25 дан 0,35 нм гача бўлган турли хил тизилган триклинтик каолинит аралашмаси топилди. Намуналарнинг дағал қисмида дала шпати шаклида ортоклаз ва кварц мавжуд. Намуналарда гидрослюдалар ҳам мавжуд, аммо уларнинг миқдори монтмориллонитга қараганда кам. Гидрослюдалар $d_{002} = 9,9$ нм ва $d_{004} = 4,92$ нм қатламлараро масофаларда базал рефлекслар билан тавсифланади, улар глицерин билан тўйинганидан ва 600°C га қиздирилгандан сўнг ҳам ўз соҳасини ўзгартирмайди.

ББ2 намунасида каолинит миқдори аҳамиятга молик бўлмасада, Хўжақўл бентонит БХ намунасида унинг миқдори 10-20% бўлиб, бу қатламлар орасидаги масофалар $d_{001} = 0,714$ нм ва $d_{002} = 0,355-0,357$ нм бўлган базал рефлекслар билан аниқланган. Барча ўрганилган гил намуналарида хлорид излари топилган, улар $d_{001} = 1,39-1,40$ нм рефлексда аниқланиб, 600°C гача қиздирилган намуналарнинг диффрактограммаларида қайд этилган.

Термик таҳлил натижалари рентгенструктур таҳлил натижаларини тасдиқлайди. Бундан ташқари, БМ1 ва БМ2 термограммалари эндотермик эффектларнинг жойлашуви ва чуқурлиги билан фарқланади. БМ2 намунасида эндотермик таъсир $90-110^{\circ}\text{C}$ ҳароратда кузатилиб, бу адсорбция ва қатламлараро молекуляр сувнинг чиқиши, шунингдек, максимал $500-520^{\circ}\text{C}$ ҳароратда структуравий сувни чиқиб кетиши билан боғлиқ. БМ1 намунасида дастлабки эндотермик таъсир $110-140^{\circ}\text{C}$ ҳароратда кузатилиб, интенсивлиги БМ2 га нисбатан пастроқ, бу фарқ ўз навбатида гилларнинг гидрофиллиги туфайли бўлиши мумкин. БМ1 намунасида $540-580^{\circ}\text{C}$ ҳароратдаги иккинчи эндотермик таъсирнинг юқорилиги таркибидаги гидрослюданинг кўплиги билан изоҳлаш мумкин.

Нукус кони кумтепаликларининг кумлари тадқиқ қилинди. Конлар юқори бўр қатламларида жойлашган бўлиб, кулранг-сарик рангдаги майда донали, шамол таъсирида вужудга келадиган кумлардан иборат. Қумлар баландлиги 2-6 метрга етиши мумкин бўлган тизмалар, тепаликлар ва

қумтепаликлар шаклига эга. Коннинг умумий ҳажми 2118172 м³ ни ташкил этади.

Жадвалда коннинг уч хил жойидан олинган қумнинг кимёвий таркибини масс-спектрофотометрик таҳлил натижалари келтирилган.

1-жадвал.

Нукус кони қумининг кимёвий таркиби

Намуна	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	к.ё.ж
1	78,08	5,57	1,2	1,33	4,26	1,64	-	7,54
2	78,03	6,53	1,26	1,32	4,29	1,78	-	6,7
3	75,06	8,56	1,18	1,36	4,45	2,01	0,33	7,05

Қумнинг кимёвий таркибидан шуни хулоса қилиш мумкинки, барча намуналарнинг асосий компоненти кремний оксиддан (SiO₂) иборат бўлиб, қум умумий массасининг 73-78% дан ортиғини ташкил қилади. Шунингдек, қум намуналари таркибида алюминий оксид (Al₂O₃), темир (III)-оксид (Fe₂O₃), магний оксиди (MgO), калций оксиди (CaO) ва бошқа турли хил металл оксидлари мавжуд.

Қумнинг енгил фракциясида қўшимчалар, кичик циркон кристаллари мавжуд. Шунингдек, шакли юмалоқ ёки нормал бўлиши мумкин бўлган сувшаффоф дон кўринишидаги бўлақларни кузатиш мумкин.

Енгил фракциядан фарқли ўлароқ, дағал фракцияда бир неча турдаги минераллар мавжуд. Дағал қисмида учрайдиган эпидот (Ca₂Al₂Fe^{III}(SiO₄)₃OH) тартибсиз ва қўпинча юмалоқ шаклга эга, шунингдек, юқори аномал интерферент тусли сарғиш-жигарранг рангга эга. Шу билан бирга, пирит, магнетит ҳамда гидротетит ва барит қўшимчалари ҳам мавжуд.

2-жадвал.

Нукус кони қумининг дисперс таркиби

Намуна	Фракциялар, мм					
	2,5	1,26	0,63	0,315	0,14	≤0,14
1	-	0,14	0,27	1,94	92,16	5,49
2	-	0,13	0,26	1,92	92,15	5,54
3	-	0,16	0,25	1,94	92,17	5,57

3-жадвал.

0,25-1 мм қум фракцияларининг минералогик таркиби (Нукус кони)

Намуна	Енгил фракция минераллари (сол. оғ. 2,90 кг/м)				
	Кварц	Дала шпатлари	Гилсимон модда	Жинс парчалари	Мусковит
1	65,5	19,1	10,8	2,6	2,0
2	67,3	19,8	11,6	0,9	0,4
3	64,9	13,8	19,8	0,5	1,0

Мўйноқ кони Нукус шаҳридан 300 километр жануби-шарқда жойлашган. Бу конда баландлиги 2 метрдан 6 метргача бўлган тизмалар, тепаликлар ва қумтепаликлар шаклидаги кулранг тусли нозик донадор, шамол таъсирида ҳосил бўлувчи қумлар устунлик қилади. Захираларнинг умумий ҳажми 1808172 м³ни ташкил этади

4-жадвал.

Мўйноқ кони қумининг кимёвий таркиби

Намуна	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	қ.ё.ж.
1	73,13	5,68	1,55	1,22	6,84	1,15	0,28	10,15
2	73,74	5,72	1,48	1,14	6,81	1,14	0,33	9,64
3	73,79	5,74	1,26	1,37	6,8	1,15	0,32	9,57

5-жадвал.

Қум намуналарининг дисперс тақриби, %

Намуна	фракциялар, мм					
	2,5	1,26	0,63	0,315	0,14	≤0,14
1	-	0,02	0,08	1,67	93,6	5,13
2	-	0,03	0,09	1,68	93,5	5,17
3	-	0,04	0,06	1,87	93,4	5,18

6-жадвал.

Мўйноқ кони қумининг минералогик таркиби

Намуна	Енгил фракция минераллари, % (сол. оғ. 2,90 кг/м ³)				
	Кварц	Дала шпатлари	Гилсимон модда	Жинс парчалари	Мусковит
1	66,5	16,2	11,5	3,3	2,5
2	68,4	18,5	11,6	0,5	1,0
3	71,0	16,3	10,8	0,8	1,1

Учала намунада катта миқдорда кварц (66,5% дан 71,0% гача), шунингдек дала шпатлари ва гил моддалар мавжуд. Гил миқдори 1-намуна кўп (11,5%), 2-намунада эса оз миқдорда (0,5%). Шунингдек 1 ва 2-намуналар жинс парчалари миқдори билан фарқланади: 1-намунада уларнинг миқдори 3,3%, 2-намунада эса атиги 0,5% ни ташкил этади. 3-намунада дала шпати (16,3%) ва гил моддаси (10,8%) ҳамда кварцнинг катта миқдори (71,0%) мавжуд. Намуналар оғир фракцияли минераллар таркибида сезиларли фарқларга эга. 2-намунада руда минералларининг энг юқори миқдори (23,5%) ва циркон (4,6%) кузатилади, 1 ва 3-намуналарда эса бу минераллар анча кам миқдорда мавжуд.

Қумни мустаҳкамлаш учун мувофиқ композицияни танлашда ушбу фарқларни ҳисобга олиш ва унинг хусусиятларини маълум бир намунанинг ўзига хос хусусиятларига мослаштириш зарур.

Диссертациянинг «**Кимёвий мелиорантлар ёрдамида кўчма қумларни мустаҳкамлаш муаммосини ўрганиш**» деб номланган учинчи бобида мустаҳкамловчи суспензияни яратиш бўйича экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган. Соапсток (Хўжейли ёғ-мой заводи, 20.01.2020 йилдаги намуна) кўшимча сифатида танлаб олинган. мелиорант сифатида Бентонит гилларининг (Мўйноқ кони) сувли суспензияси ва соапстокни танлаш уларнинг иқтисодий истиқболлари билан асосланган.

Соапсток таркибидаги ёғни бир неча усуллар: тузлаш, органик эритувчиларда эритиш ва ниҳоят центрифугалаш билан ажратиш мумкин. Соапстокдан совунланмаган ёғни олиш учун эрийдиган туз ёрдамида тузлаш усули қўлланилган. Ёғсиз соапсток мелиорант сифатида ҳамда соапстокнинг қолган қисми сув ва бентонит эса қум қобикларида суспензиялар яратиш учун ишлатилган. Мелиорация хусусиятлари бир кундан сўнг таҳлил қилинган. Иккинчи тажрибада толуол ёрдамида олинган соапсток қолдиғи қўшилган,

учинчисида эса дастлабки соапсток ишлатилган. Натижалар 7-жадвалда келтирилган.

Тадқиқот давомида энг яхши мелиорантни олиш учун бентонит, соапсток ва сувнинг турли нисбатларига эга суспензиялар яратилди. Тажрибалар шуни кўрсатдики, 6 соат давомида барқарор суспензия оғирлик бўйича 2% гача миқдорда соапсток талаб қилади. Соапсток ва бентонитнинг (1-9 г) турли дозаларидаги аралашмалари 100 мл гача сув билан тайёрланиб, кумга суртилди. Барқарорлик аралаштирилгандан кейин аралашманинг тизимдан ажралиши вақти билан аниқланди. Шунингдек, кумда унинг сарфи, муштаҳкамлиги, намлик сифими ва қобикнинг барқарорлиги баҳоланди.

7-жадвал.

Бентонит ва соапсток билан ишланган кум қобигининг хусусиятлари (1-вариант)

Масса улш %		Шимдириш қалинлиги, см	Қобик муштаҳкамлиги	Сувдаги барқарорлиги	Қобик қалинлиги, мм
С	Б				
1-усулда олинган соапсток					
2	5	5	Қалин ғоваксимон	Ю	30-35
2	10	4	Юзаси қаттиқ	Ю	18-20
2	20	2	Юзадан	Ю	12-15
4	5	4,5	Тепасидан қалин қобик	АЮ	28-32
4	10	3,5	Юзаси қаттиқ	-----	16-20
4	20	2	Кучган қобик	АЮ	10-11
6	5	3	Юқоридан кўп	ЮМ	22-25
6	10	2,5	Юзаси қайишқоқ	ЮМ	12-16
6	20	1	Тулайдиган	ЮМ	5-8
2-усулда олинган соапсток					
2	5	2,5	Бўш	Ю	20-25
2	10	2,0	эгиловчан	Ю	15-16
2	20	1,2	Тулайдиган	Ю	3-5
4	5	2,4	Бўш эгиловчан	АЮ	20-25
4	10	1,6	Қаттиқ пластик	АЮ	13-15
4	20	1,0	Тулайдиган	АЮ	3-5
6	5	2,2	Бўш	ЮМ	18-20
6	10	1,5	Қаттиқ	ЮМ	13-15
6	20	0,5	Тулайдиган	ЮМ	3-5

С – соапсток; Б – бентонит; Ю – ювилади, АЮ – анчагача ювилмайди; ЮМ – ювилмайди.

Бентонит, сув ва ёғсиз соапстокни ўз ичига олган суспензияларни таҳлили кўра энг юқори натижага уни ёғсизлантирилган соапсток қолдиғининг 4% ва бентонитнинг 10% қўшилиши орқали эришилади. Бироқ, ош тузнинг юқори миқдори суспензиянинг беқарорлашишига олиб келиши мумкин, гарчи у кумга яхшироқ кириб боришига ёрдам беради. Лаборатория синовлари шуни кўрсатдики, соапсток-бентонитнинг 1:9 ва 2:8 нисбатларида барқарорлиги паст қобиклар ҳосил бўлади. Соапсток таркибининг кўпайиши билан қобик янада бардошли ва сув ўтказмайдиган бўлади, аммо соапстокнинг ортиқча миқдори унинг уқаланишига олиб келиши мумкин. Суспензиядаги гил компонентларининг кум зарралари билан ўзаро таъсири қобик пайдо бўлишига олиб келади, бу ерда соапстокнинг аҳамияти барқарорликни таъминлашдир. Экспериментал натижаларга асосланганда аралашмадаги соапстокнинг мақбул миқдори 3-5% ни ташкил қилади.

Мўйноқ ва Нукус конларининг кўчма қумларини мустаҳкамлаш учун мақбул таркибини яратиш учун таркибида 1% дан 5% гача бентонит, 0,1 дан 2% гача сувда эрувчан полимерлар, яъни гидролизланган полиакриламид ($M_p=2000$ кда, гидролиз даражаси камида 60%), КМЦ-700 тутган аралашмалар тайёрланди.

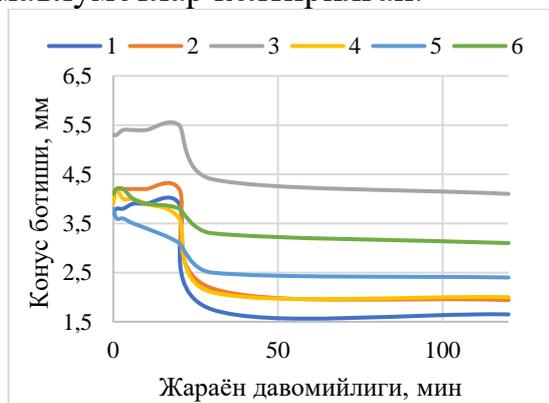
Мустаҳкамловчи аралашма таркибининг таъсирини таҳлил қилиш тадқиқот учун энг мос вариантларни аниқлашга имкон берди. 8-жадвалда ушбу вариантларнинг таркиби кўрсатилган.

8-жадвал.

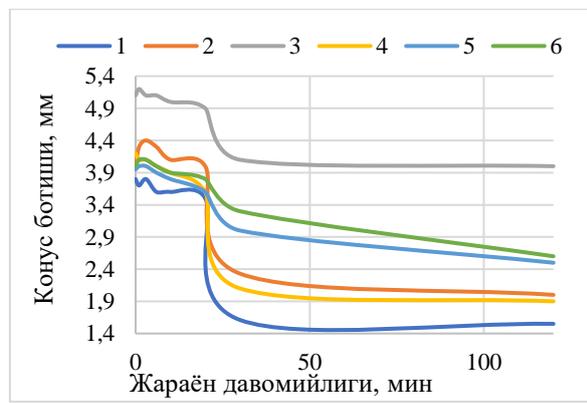
Мустаҳкамловчи аралашмадаги компонентларнинг миқдори, %

Компонентлар	Аралашма намунаси, №					
	1	2	3	4	5	6
Бентонит	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
ПАА	1,0	0,5	0,3	1,0	0,5	0,3

1-расмда ПАА кўшилган бентонит суспензиясининг Мўйноқ ва Нукус конлари қум тизимига сингиш ҳажмининг ўзгаришини тавсифловчи маълумотлар келтирилган.



1)



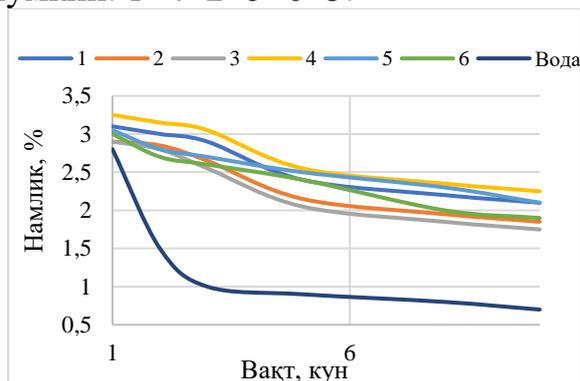
2)

1-расм. Қум намуналари учун вақт ўтиши билан конуснинг ботиш динамикаси: 1) Нукус кони; 2) Мўйноқ кони.

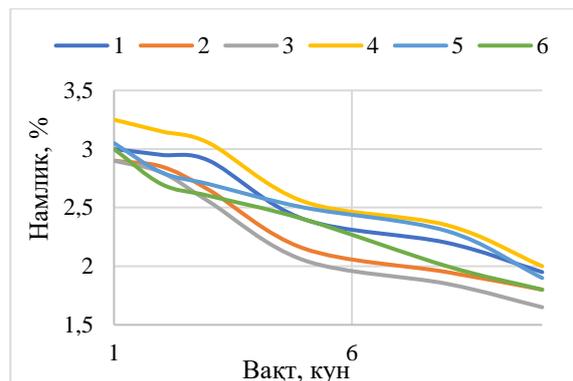
Бентонит суспензиясининг сингиб бориши каналларнинг катталигига ва қум зарраларининг суюқлик билан ўзаро таъсирига боғлиқ. Таҳлил шуни кўрсатадики, 20-30 дақиқа давомида шимдирилгандан сўнг конуснинг сингиш чуқурлигининг ортишини кўрсатади. 1% ҳажмдаги полимернинг мавжудлиги шимилиш баландлигини пасайтиради. 3% бентонит тутган ПАА миқдорини камайтириш дастлабки сувга бўкиш чуқурлигини оширади, бу эса қум тизими пластиклигининг пасайишини кўрсатади. Шимдирилиш аввалида конус 3,95 мм га ботади, аммо вақт ўтиши билан чуқурлик ўзгаради. Чуқурликнинг пасайиши қум тизимининг мустаҳкамлигининг ортиши ва коагуляцион тузилмаларнинг шаклланиши билан боғлиқ.

Бентонит концентрациясининг оширилиши конус чўкишининг ўзгаришига ноўрин таъсир қилиб, қумнинг таркибига ҳам таъсир қилган. Нукус кони қум қобиғининг пластик мустаҳкамлигини 2 соатдан кейинги ўзгариши бўйича маълумотларга асосланиб, қуйидаги тартибда структура ҳосил қилувчи композициялар кетма-кетлигини белгилаш мумкин: $1 > 2 > 4 > 5 > 6 > 3$. Мўйноқ қумига оид ушбу маълумотни ҳисобга олган ҳолда,

мустаҳкамловчи аралашмаларини қуйидаги кетма-кетликда жойлаштириш мумкин: 1>4>2>5>6>3.



2-расм. Мустаҳкамловчи қўшимчалар билан ишлов берилгандан сўнг Нукус кони қумининг намлигининг ўзгариши.



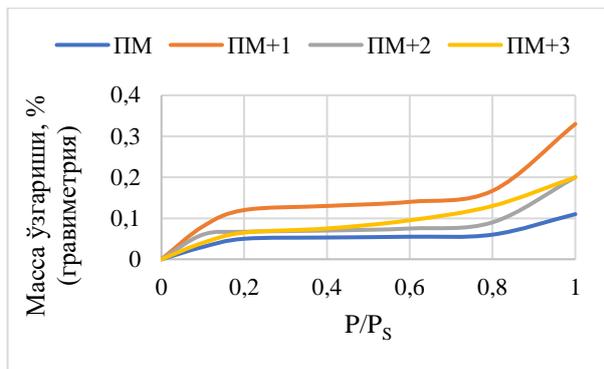
3-расм. Мустаҳкамловчи қўшимчалар билан ишлов берилгандан сўнг Муйноқ кони қумининг намлигини ўзгартириш.

10 кун давомида қобик намлигини ўрганиш ушбу параметрга мустаҳкамлаш аралашмаси таркибининг таъсирини кўрсатди. Аралашманинг таркибий қисмлари мустаҳкамланган қумнинг барқарорлигига таъсир кўрсатади.

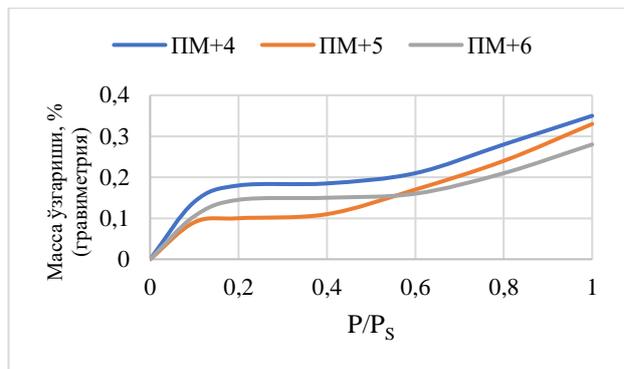
Қумни сув билан ишлаш намликнинг тез пасайишига олиб келади, яъни кунига 2,8% гача ва 10 кундан кейин 0,7 % гача. Мустаҳкамловчи қўшимчалар билан, айниқса 5% бентонит ва камайтирилган полимер (2,25-1,9%) билан ишлов берилганда қумнинг намлиги юқори бўлади. 3% бентонит таъсирида намлик 2,1 дан 1,75% гача камаяди. Мустаҳкамловчи қўшимчалар қумнинг намлиги ва тузилишига таъсир қилади. Полимернинг ортиши намликни орттиради, бентонит эса тузилиш шаклланишига ёрдам беради.

Муйноқ конининг қумлари намлик ўзгаришининг ўхшаш эгри чизиқларига эга, бироқ дастлабки икки кун ичида кучли пасайиш содир бўлади. Гил минераллари таркибидаги фарқ туфайли уларнинг намлиги Нукус конининг қумларига қараганда паст, яъни 19% га қарши 11%. Кўпроқ гил минераллари сувнинг заррачаларга адсорбцияланиши туфайли кўпроқ намликка олиб келади. Намликнинг пасайиши 30 кундан кейин кристалланиш қобиғининг кучини пасайтиради, қумларнинг мустаҳкамлиги мустаҳкамловчилардан кристалланиш тузилмалари туфайли қолади.

Тузилишни шакллантирувчи восита сифатида КМЦ билан олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, у ПАА билан таққослаганда қумларни мустаҳкамлаш учун унчалик самарасиз. Тузга чидамлилиги туфайли КМЦ кўпинча гил бурғулаш суюқликларида ишлатилса-да, уни қўллашда айниқса 3% бентонит аралашмасида ПАА каби натижаларга эришилмайди. КМЦ билан қумларнинг мустаҳкамлиги пастроқ ва ПАА концентрациясининг ортиши мустаҳкамликни яхшилади. Бу ПАА нинг ғовак бўшлиғига таъсир қиладиган қум зарраларида сўрилиш қобилятига боғлиқ бўлиши мумкин.



1)



2)

4-расм. Муйноқ конининг қум намуналарида ва унинг қайта ишланган шаклларида сув буғининг адсорбциясининг изотермлари

4-расмдан кўриш мумкинки, қумни 3% бентонит ва 1% полиакриламид билан ишлаш унинг адсорбцион фаоллигини 0,34% га оширади, дастлабки намунадаги кўрсаткич 0,11%. 5% бентонит қўшилиши билан адсорбция 0,35% гача ортади. ПМ+6 намунаси $P/P_S \leq 0,5$ да бироз пастроқ адсорбцияга эга, лекин $P/P_S \leq 0,5 = 0,335$ да 1% га етади. Бу унинг ғовақлари ва гидрофиллик гуруҳлари билан боғлиқ бўлиши мумкин. 6% полимер билан ПМ+0,5 намунаси 16 мм шимдирилишда 1,65 тўйинганлигини кўрсатади, ПМ + 5 эса $K = 2,00$ да 12 мм. ПМ +6 нисбий босим $P/P_S = 1$ да яхшироқ адсорбцияланади, ПМ+5 эса паст босимда. Бундан шуни хулоса қилиш мумкинки, бентонит ва полиакриламид қўшилиши қумнинг адсорбциясини яхшилайти ва концентрацияларнинг турлича бўлиши турли босимларда адсорбцияга таъсир қилади.

Диссертациянинг “**Чарм саноати чиқиндилари асосида гидрогел яратиш ва унинг саноат синовлари**” деб номланган тўртинчи бобида чарм саноати чиқиндилари асосида гидрогел олишнинг технологик схемасини ишлаб чиқишга бағишланган изланишлар келтирилган. Олдинги тадқиқотларнинг натижалари таҳлил қилиниб, тери чиқиндиларининг кимёвий ва физик хусусиятлари тавсифланган ҳамда уни қайта ишлаш усуллари кўриб чиқилган.

Гидрогеллар ишлаб чиқариш учун хом ашё сифатида Orient Technology (Нукус ш.) томонидан тақдим этилган гўштдан ажратилиб, оҳак билан ишланган тери чиқиндиларининг (жунсиз) намуналари танлаб олинди.

9-жадвалда чарм чиқиндиларидан хом ашёда сифатида ишлатиладиган асосий компонентлар келтирилган. Чарм чиқиндиларининг (ЧҚ) асосий хусусиятларини аниқлаш SR EN ISO 4684: 2006, SR EN ISO 4047: 2002, SR EN 15959: 2012 ва ГОСТ 938.4-70 усуллари бўйича амалга оширилди.

9-жадвал.

Ўрганилаётган чарм чиқиндиси намуналарининг физик-кимёвий хусусиятлари

Хусусиятлар	Кўрсаткич
Учувчан моддалар, % ($\leq 150^\circ\text{C}$)	65,85
шундан органик моддалар:	43,31
Учувчан бўлмаган органик моддалар	15,44
Ёғлар, %	2,20
Кул, %	1,10
Умумий азот, %	14,45
Металл оксидлари, %	0,96

Гидрогелларни яратиш учун H_2SO_4 , K_2HPO_4 ва N,N' -метиленбисакриламид каби реагентлар ёрдамида олинган гидролиз маҳсулотлари ишлатилган. Ушбу реактивлар ва дистилланган сув қўшимча ишлов беришни талаб қилмаган.

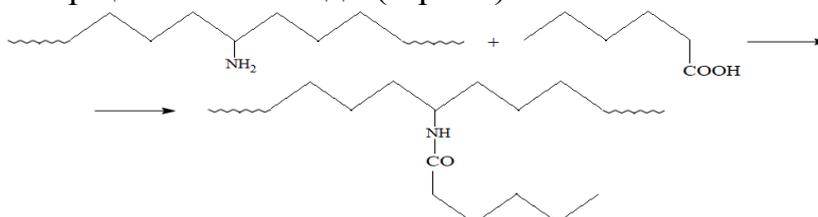
Желатинли терининг $85^\circ C$ ҳарорат ва 2,5 - 3% сульфат кислотадаги гидролизи орқали 2-2,5 соат ичида коллагенли гидролиз маҳсулотлари олинган. Кислоталикнинг оширилиши жараён тезлигини ошириши мумкин. Гидролизат маҳсулотлари $pH = 6,2$ га қийматга эга бўлди.

1. ГКО олиш усули: коллагенли гидролиз маҳсулотларига K_2HPO_4 (1:1, 20% эритма) ва N,N' -метиленбисакриламид (гидролизат оғирлигининг 0,1%), сўнгра соапсток (10% ЧҚ оғирлиги бўйича) ва бентонит (15% гача) қўшилган. Олинган гидрогелнинг pH қиймати 6,9 га тенг бўлган ва $100 \pm 1^\circ C$ да қуритилган.

2. КОКМЦ олиш усули: гидролизатга K_2HPO_4 , КМЦ (гидролизатга 1:5 бўйича), N,N' -метиленбисакриламид (гидролизатнинг 0,1%) ва бентонит (13% гача) қўшилган. Гидрогел ($pH=7.4$) цилиндрларда шакллантирилган ва $100 \pm 1^\circ C$ да қуритилган.

3. КОПАА олиш усули: КМЦ ни ПАА га алмаштиришда (гидролизатнинг 18-20%и миқдориди) $pH=7,5$ да гидрогел олинган. Шунингдек, олинган барча гидрогелларда К ва Р озукавий элементлари бўлган.

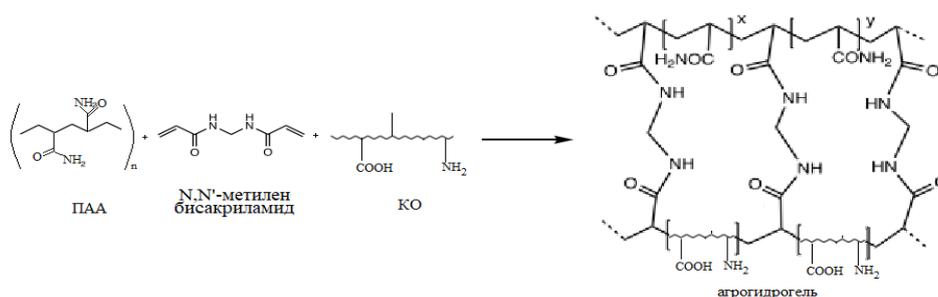
Соапсток иштирокидаги кимёвий модификация кўриб чиқилганда, асосан соапсток ёғ кислоталарининг $COOH$ гуруҳлари ва коллаген матрицасидаги эркин NH_2 гуруҳлари ўртасидаги ўзаро таъсирлардан иборат трансформациялар ҳисобга олинади (5-расм).



5-расм. Соапсток ва коллаген компонентлари ўртасидаги муносабатни тушунтирувчи кимёвий трансформация схемаси.

Агар соапстокнинг ёғ кислоталари полимер-аналогли трансформациялар туфайли таъсирлашса, соапстокнинг бошқа компонентлари (олигомер бирикмалар, феноллар ва бошқалар) графтинг ўзгариш туфайли ўзаро таъсирлашиши мумкин.

Ретикуляция тизимда ўзаро боғловчи реагент N,N' -метиленбисакриламид мавжудлиги туфайли содир бўлади. Реакцияни қуйидагича тасвирлаш мумкин (6-расм).



6-расм. ПАА ва ЧҚ асосидаги гидрогел ҳолсил бўлиш механизми.

Шуни таъкидлаш мумкинки, КМЦ полимери билан ишланган КОКМЦ ўғитида энг кўп миқдордаги органик моддалар мавжуд, энг кам миқдор органик моддалар эса соапстокнинг компонентлари билан коллаген боғланган намунада кузатилади. Бундан ташқари, озуқавий моддаларини ўз ичига олган барча намуналарда азот миқдори 7,1 дан 12,11% гача, фосфор 5,3 дан 5,5% гача ва калий 6,9 дан 8,4% гача бўлади. Бу коллаген матрицасининг ушбу озуқавий моддалар учун боғловчи элемент сифатида самарадорлигини тасдиқлайди.

Сувли муҳитда α тўрнинг бўкиш даражаси тўр массасининг нисбий ўсиши билан аниқланди. Гидрогеллар кислотали муҳитда ($pH < 7$) нейтрал ёки ишқорий билан солиштирганда камроқ бўкади. pH 4 ва ундан паст бўлганда боғловчи реагентлардан қатъий назар, гидрогелларнинг бўкиши ўхшашдир. Бу коллаген тўри ва боғловчи моддалар ўртасида комплексларнинг шаклланиши билан боғлиқ бўлиб, бу бўкишнинг олдини олади. Комплекслар (ГКО, КОКМЦ, КОПАА) кислотали муҳитда барқарор бўлиб, $pH > 6$ да сувни ўзлаштиради. pH нинг ортиши билан комплекслар парчаланаяди, ПАА билан гидрогел, айниқса тезкор бўкишга олиб келадиган зарядланган гуруҳларнинг шаклланиши билан ажралиб туради. ПАА билан гидрогел молекуляр оғирлиги туфайли юқори бўкишга эга, соапсток билан гидрогел эса камроқ бўкади, бироқ юқори даражадаги бўкиши туфайли ҳали ҳам гидрогел ҳисобланади. Алоҳида компонентлар бутун гидрогел ($\alpha=128$) каби бундай бўкишга қодир эмас. Коллаген чиқиндилари $pH = 7,5$ да 61 га бўкади.

10-жадвал.

БСС суспензияси ёрдамида олинган мустаҳкамловчи қобиқнинг самарадорлигини аниқлаш натижалари

№	Суспензия таркиби, %		Сана		ҚСД*, %
	бентонит	соапсток	1 ўлчаш	2 ўлчаш	
Қумтепаликлар ёнбағрида					
1	-	-	21.09.22	-	
2	4	3	20.09.22	19.10.22	70
3	4	4	21.10.22	19.11.22	83
4	5	3	19.10.22	19.11.22	76
5	5	4	19.10.22	19.11.22	100
Қумтепаликлар орасида					
6	-	-	28.10.22	25.11.22	---
7	4	3	25.10.22	25.11.22	65
8	4	4	28.10.22	25.11.22	73
9	5	3	26.10.22	25.11.22	71
10	5	4	28.10.22	25.11.22	82

*қобиқнинг сақланиш даражаси.

2022 йилда кимёвий ва фитомелиорацияни биргаликда қўллаш бўйича бир қатор дала тажрибалари ўтказилди. Майдоннинг ҳар бир m^2 учун 3 литргача оқим тезлиги бўлган эритма билан суғориш амалга оширилди, бу эса қум қатламининг 7-18 мм чуқурликкача сингишига олиб келди. Сиқилиш вақтида ушбу ҳосил бўлган қобиқнинг мустаҳкамлиги 1,2-3,6 kg/cm^2 ни ташкил этди. Дала тажрибалари шуни исботладикки, бириктирувчи қўшимчалар қуритгандан сўнг гил қобиғининг ёрилишини бутунлай олдини олади ва қобиқ ёш куртақлар унишига тўсқинлик қилмайди, аксинча, қумнинг дефляцияга

чидамлилигини оширади. БСС асосида гил қобиғининг механик мустаҳкамлиги у қўлланмаган ҳолат билан таққослаганда 8-12 баробар юқори бўлади.

10-жадвалдан кўришиб турибдики, кимёвий мелиорант билан ишлов берилганда қум учиши деярли бутунлай тўхтаган (қум учиши АУ-3 қурилмасида текширилган, ҳаво оқими тезлиги 10 м/с).

Бентонит ва соапстокни ўз ичига олган суспензияли тизим, бу компонентларнинг йўқлиги билан солиштирганда, қумтепалик ёнбағирларида ҳам, қумтепаликлар орасида ҳам мустаҳкамловчи қобикнинг юқори сақланишига имкон берган. Суспензияни ўз ичига олган барча намуналар орасида, бентонит ва соапсток энг катта миқдори (5:4) бўлган намуналарни ўрганиш ҳам икки соҳаларда ҳам қопламаларнинг энг юқори сақланишини кўрсатган. 5-намуна суспензия компонентларининг ушбу нисбати билан максимал мустаҳкамликни намойиш этган.

БСС аралашмасидаги бентонит ва соапсток (мос равишда 5 ва 4%) таркибли ҳамда 1% ПАА қўшилишган намуналар қумтепалик ёнбағирларида ҳам, қумтепаликлар орасида ҳам қопламаларнинг энг юқори сақланишини кўрсатган. Ушбу намуналар иккинчи ўлчовда 90% ва ундан юқори даражадаги қопламаларнинг сақланишини намойиш этиб, бу уларнинг эрозияланиши олдини олиш ва сиртни мустаҳкамлашдаги самарадорлигини кўрсатади. Барча ҳолатларда ПАА қўшилган намуналар ПАА бўлмаган намуналарга нисбатан қопламаларни сақланишининг юқорироқ кўрсаткичларини намойиш этган.

ХУЛОСА

1. Мўйноқ ва Нукус конлари қумларининг кимёвий-минералогик ва дисперсион таркибида фарқлар аниқланган. Бентонит концентрациясининг оширилиши конус чўкишининг ўзгаришига ноўрин таъсир қилиб, қумнинг таркибига ҳам таъсир қилган. Нукус ва Мўйноқ қумлари қобиғининг пластик мустаҳкамлиги ўзгариши билан боғлиқ маълумотларга асосланиб, структура ҳосил қилувчи композициялар кетма-кетлиги қуйидаги тартибга эга: 1>2>4>5>6>3 ва 1>4>2>5>6>3, мос равишда.

2. Мустаҳкамловчи тизимда ПАА концентрациясининг ортиши мустаҳкамликнинг бир зумда ортишига олиб келиб, КМЦ концентрациясининг ўзгариши, аксинча, сингдирилган қумларнинг мустаҳкамлигини камайишига олиб келади. 50 г қумни 10 мл миқдоридаги ПАА эритмаси билан ишланган қумларнинг юқори қатламларини кунлик намлиги 5,05% ни ташкил қилади, бу эса КМЦ билан ишланган қумларга нисбатан 1,15 баравар кўпдир. Тадқиқот натижасида намлик ва мустаҳкамлик қийматларидаги бундай фарқлар ПАА молекулаларининг қум зарралари юзасининг гидрат қатламларида шимилиш қобилияти билан боғлиқ, бу еса ғовак майдони ўлчамининг кичрайишига олиб келади, деган хулосага келинди.

3. Қум унумдорлигини ошириш учун гидрогел материалларини синтез қилиш учун мақбул шартларга дастлабки чиқиндиларни 85°C ҳароратда 2-2,5

соат давомида кислотали гидролиз (2,5-3% H_2SO_4) асосида олинган коллагенли гидролиз маҳсулотидан фойдаланиш, тегишли компонентларни қўшиш (K_2HPO_4 , N,N'-метиленбисакриламид, соапсток/КМЦ/ПАА) ва гидрогелнинг ҳар бир тури учун тегишли рН қийматларни ўрнатиш (ГКО, КОКМЦ, КОПАА) ҳисобланади.

4. Барча яратилган ГКО, КОКМЦ, КОПАА комплекслари кислотали муҳитда барқарор ва рН 6 дан ошганда сувни ўзлаштира бошлайди. Комплексининг парчаланиши рН ортиши билан ионланиш ҳисобига содир бўлади, бу айниқса ПАА қўшилган гидрогелда сезилади. Соапстокнинг компонентларини ўз ичига олган гидрогел сингишнинг энг паст даражасига эга, аммо дастлабки коллаген чиқиндиларига нисбатан сингиш даражаси юқори.

5. Бентонит-соапсток-сув (БСС) аралашмасига оғирлигига нисбатан 1% ПАА қўшилиши қумтепалик ёнбағирларида ҳам, қумтепаликлар орасида ҳам қопламалар хавфсизлигининг сезиларли даражада ортишига олиб келади. БСС аралашмасидаги бентонит ва соапстокнинг энг юқори миқдорига эга намуналар (мос равишда 5 ва 4%) иккинчи ўлчовда 90% ва ундан юқори даражадаги қопламаларнинг сақланишини намойиш этди.

6. Кўчма қумни мелиорант билан ишлов бериш ва гидрогелдан фойдаланиш ўсимликларнинг омон қолишини сезиларли даражада ортишига ҳисса қўшиши аниқланди. Ишлов берилмаган майдонда ўсимликларнинг кўклаш ҳолати паст бўлган, майдонга кўчатларни экиш даврида гидрогелдан фойдаланиш ҳисобига ўсимликларнинг яшовчанлигини яхшиланиб, саксовул, селина, гребенщик ва қандим учун ушбу кўрсаткич 60% дан ортди.

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

**КАРАКАЛПАКСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК КАРАКАЛПАКСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ИСМАЙЛОВ БАХТИЯР МУРАТБАЕВИЧ

**КОЛЛОИДНО ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
БАРХАННЫХ ПЕСКОВ С ПОМОЩЬЮ СУСПЕНЗИИ
БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистана под номером B2023.2.PhD/K646

Диссертация выполнена в Каракалпакском научно-исследовательском институте естественных наук.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.ionx.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель:	Туремуратов Шарибай Наурызбаевич доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Кулдашева Шахноза Абдулазизовна доктор химических наук, профессор
	Адизова Наргиза Замировна доктор (PhD) философии по химическим наукам
Ведущая организация:	Ургенчский государственный университет

Защита состоится «19» апреля 2024 г. в «15⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 10, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «8» апреля 2024 года.
(Реестр за № 10 от «8» апреля 2024 года).



Закиров Б.С.
Председатель научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н.

Салиханова Д.С.
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученой степени, д.т.н.

И.Д.Эшметов
Зам.председателя научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора (PhD) философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Во всем мире ситуация, связанная с распространением песчинок в атмосфере, продолжает оказывать негативное воздействие на окружающую среду. В связи с этим, создание новых закрепляющих добавок для устранения возникающей экологической проблемы и улучшения объектов окружающей среды становится актуальным. Поэтому оптимизация состава и свойств укрепляющих добавок, а также разработка эффективных методов их применения имеет большое значение.

В мире на сегодняшний день ведутся научные исследования по созданию новых закрепляющих добавок на основе местного сырья и промышленных отходов для предотвращения попадания частиц песка в атмосферу. В связи с этим особое внимание уделяется обоснованию следующих научных решений, в том числе: подбору смесей на основе природного сырья, синтетических реагентов и промышленных отходов, изучению условий взаимодействия бентонитовых и полимерных закрепляющих веществ с дисперсиями песка и грунта, синтезу структурообразующих реагентов из промышленных материалов. отходов и создание технологий производства закрепляющих реагентов.

В Республике достигнуты научные и практические результаты по получению новых материалов, в частности по разработке технологий производства закрепителей для барханных песков на основе местного сырья, таких как бентонит и другие минеральные слоистые материалы, а также синтетических полимеров и промышленных отходов. В третьем направлении стратегии развития Нового Узбекистана, направленной на дальнейшее развитие Республики Узбекистан на 2022-2026 годы определены задачи в направлениях «Обеспечение устойчивости национальной экономики и увеличение промышленности в общей внутренней продукции, увеличение объема производства промышленности продукции в 1,4 раза...»¹. В этом аспекте имеет большое значение создание высокоэффективных закрепителей реагентов, отвечающих современным требованиям промышленности и охраны окружающей среды, установлению связи между функциональными особенностями и условиями получения, а также их составом.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, »№ УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической

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

промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В мире целенаправленные исследования в области создания закрепителей и структурантов для подвижных песков активно проводятся учеными из различных научных школ. Среди них можно выделить таких исследователей, как: Джерри Энгланд, Джеймс Лоу, Карлос Керпен, Роберт Кляйн и др. Эти и другие ученые активно вкладывают усилия в изучение проблемы закрепления и структурирования подвижных песков с целью разработки эффективных реагентов и материалов, которые помогут предотвратить перемещение и обвалы песчаных образований.

В Узбекистане под руководством К.С.Ахмедова была создана школа, направленная на исследования создания структурообразователей и других химических реагентов для закрепления подвижных песков, представители которой: Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, Б.Н.Хамидов, Г.Р.Нарметова, И.К.Сатаев, Ш.А.Кулдашева и др. внесли весомый вклад в ее развитие.

Следует отметить, что до настоящего времени не проводились исследования по созданию новых видов эффективных закрепляющей и содержащей питательные вещества добавки на основе бентонита, соапсток и отхода кожеперерабатывающей промышленности с учетом состава и других подвижных барханных песков.

Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация. Диссертационная работа тесно связана с исследованиями в рамках НИР Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук ККО АН РУз: «Исследование и разработка научных основ поиска и рационального использования природных и минерально-сырьевых ресурсов Республики Каракалпакстан» (ПФИ-7, 2012-2016 гг.); «Исследование физико-химических свойств и создания научных основ получения вяжущих систем на основе использования карбонатных минералов Каракалпакстана» (ФА-Ф-7-001, 2017-2020 гг.), «Создание научных и физико-химических основ разработки композиционных вяжущих систем на основе рационального использования минерально-сырьевых ресурсов Южного Приаралья» (2021-2024 гг.).

Целью исследования является создание закрепляющей добавки для подвижных барханных песков на основе бентонита и промышленных отходов.

Задачи исследования:

исследование химико-минералогического и дисперсионного состава выбранных дисперсных систем (бентониты и образцы песка);

исследование процессов создания закрепляющей системы бентонит-соапсток-вода и влияния условий получения на характеристики корки песка; исследование влияния состава закрепляющей смеси бентонит+полиакриламид и бентонит+КМЦ на характеристики образцов подвижных песков;

установление механизма взаимодействия песок+мелиорант за счет изучения адсорбции паров воды и увлажнения образцов песков;

создание гидрогеля на основе отхода кожевенного производства, изучение влияния состава на его набухаемость;

полевые испытания созданных закрепляющих смесей и агрогидрогеля.

Объектами исследования являются соапсток, бентонитовые глины Бельтауского, Муйнакского и Ходжакульского месторождений, образцы песка Муйнакского и Нукусского месторождений, полиакриламид (ПАА), КМЦ, соапсток и коллагеновые отходы кожевенного производства (КО).

Предметом исследования являются методы исследования структурообразования, синтеза гидрогелей на основе КО, бентонита, ПАА и КМЦ, и механизмы взаимодействия компонентов закрепляющей смеси с дисперсной средой.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы широко использовались современные и традиционные методы определения физико-химических (рентгенофлуоресцентный и электронно-микроскопические) и коллоидно-химических (визкозиметрические, кондуктометрические) характеристик дисперсных систем.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено, что при содержании соапстока в пределах 3-5% от общей массы суспензии достигается устойчивость формируемой корки, обеспечивающая эффективное закрепление песка, однако превышение данного диапазона приводит к увеличению хрупкости и промываемости корки;

определены условия создания агрогидрогеля на основе коллагенового отхода кожеперерабатывающей промышленности, которые способствуют получения гели с высокими набухающими характеристиками и питательными элементами, т.к. калий, азот, фосфор в общем количестве до 20%;

показано, что жирные кислоты соапстока могут реагировать за счет полимер-аналогичных превращений, а ретикуляция с ПАА и КМЦ происходит за счет наличия в системе сшивающего реагента N,N'-метиленбисакриламида, в результате этого набухающая способность в воде достигает 128, 418 и 661% при pH=7,5;

установлена максимальная степень биodeградации, достигающая 99% для исходного коллагена в воде, в то время как для удобрений, содержащих питательные вещества (K^+ и P^{+5}), были получены следующие значения: 85% для удобрения КОКМЦ, 75% для удобрения КОПАА и более 89% для удобрения ГКО, что доказывает большую степень биodeградации для продуктов, содержащих природные соединения, (составляющие соапстока) и

КМЦ, и низкую для соединений, функционализированных синтетическим полимером – ПАА.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:
разработаны составы закрепляющей добавки на основе бентонита, соапстока и бентонита, соапстока и ПАА;

разработаны методические основы переработки отхода кожа перерабатывающей промышленности в гидрогелевые добавки для улучшения характеристик песков;

Достоверность результатов исследования подтверждена результатами современных физико-химических (рентгенофазовый, термический, электронно-микроскопический, рентгенодифракционный) и коллоидно-химических (вискозиметрический, кондуктометрический, адсорбционный) анализов и испытаний на базе Комитета по охране окружающей среды и экологии Республики Каракалпакстан.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой методологии переработки вторичных сырьевых ресурсов и создания на их основе эффективных закрепляющих добавок для структурообразования в подвижных барханных песках, установлением зависимости их состава и функциональных свойств, которые послужат базой для целенаправленного проведения процесса создания структурообразователей и других реагентов для закрепления подвижных песков.

Практическая значимость результатов исследований служит для разработки технологии получения закрепляющей добавки и гидрогелей на основе отходов промышленности, улучшения экологической обстановки региона Аральского моря и в учебном процессе подготовки магистров и бакалавров в образовательных учреждениях в сфере химии и химической технологии.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов по получению закрепителей и структурантов на основе бентонита, соапстока и ПАА:

технология получения композиции структурообразующих суспензии для повышения механической прочности и влажности подвижных песков включен «в перечень перспективных разработок для реализации в 2024-2025 годах» на практике Комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан (Справка Комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан № 1-37 от 27 марта 2023 г.). В результате, составы структурообразующих суспензии на основе бентонита, полиакриламида и соапстока способствуют повышению структурированных частиц песка до 64,9-76,8%;

состав и технология применения композиционного реагента для закрепления подвижных песков и почвогрунтов включены «в перечень перспективных разработок для реализации в 2024-2025 годах» на практике Комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан (Справка Комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан № 1-37 от 27 марта 2023 г.). В

результате использования композиционных добавок на основе отходов промышленности и бентонитовых глин приживаемость растений повысилась до 80,0%.

Апробация результатов исследования. Основные результаты данного исследования обсуждались на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликование результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликовано 22 научных работ, в том числе 6 научных статей, 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 114 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Анализ процессов закрепления и структурообразования в подвижных барханных песках**», проанализировано современное состояние и пути решения проблемы закрепления подвижных песков путем химической мелиорации, приведен подробный анализ возможности закрепления песков с использованием суспензии бентонита, а также водорастворимые полимеры в качестве эффективных закрепителей и структурообразователи подвижных песков и почв. Обобщается и анализируется информация, доступной в литературе, о возможности использования отхода кожаного производства в качестве закрепителя и удобрения для песка и почвы.

Обзор литературы позволяет предположить, что местные бентонитовые глины и их суспензии, обработанные различными структурообразователями могут быть применены для закрепления подвижных песков. Анализ литературы позволяет сформулировать цель и задачи, поставленные в данной работе.

Во второй главе диссертации «**Исследование составов и структуры объектов исследования**» приводятся результаты исследования исходных материалов, освещаются методы их модифицирования и исследования их структуры.

Для исследований были выбраны бентонитовые глины Муйнакского (со дна высохшего Арала) и Бельтауского месторождений. Были проведены

комплексные анализы для установления их состава и структурных особенностей.

На рентгеновских дифрактограммах образца бентонита Муйнакского месторождения (БМ1) воздушно-сухой формы обнаружены линии, которые соответствуют наличию монтмориллонита, гидрослюды, каолинита, полевого шпата и кварца. Интенсивность линий, которые характерны для иллита и кальцита, оказалась низкой. Монтмориллонит в основном содержит катионы кальция и магния в межпакетных позициях, что указывает на присутствие двух молекулярных слоев воды в межслоевых промежутках, в отличие от щелочного монтмориллонита, который содержит только один слой воды.

С увеличением глубины залегания бентонитовой глины (БМ2) её состав меняется, что можно наблюдать из рентгенограмм данного образца. Данный образец содержит в основном натриевый монтмориллонит (1,5450; 1,2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767 нм). На рентгеновской дифрактограмме глины БМ2 наблюдаются линии, соответствующие монтмориллониту (2923; 0,4484; 0,2592; 0,2489; 0,1767; 1,502 нм), который является основным минералом в данной породе.

Рентгеновские дифрактограммы воздушно-сухой глины из Бельтуского месторождения (ББ1) содержат линии, которые указывают на наличие монтмориллонита, гидрослюды и каолинита. В дополнение к этому, была обнаружена примесь триклинного каолинита различной упорядоченности с межплоскостными расстояниями от 0,25 до 0,35 нм. Грубодисперсная часть образцов содержит ортоклаз и кварц в форме полевого шпата. Образцы также содержат гидрослюды, но их содержание меньше, чем у монтмориллонита. Гидрослюды характеризуются базальными рефлексами при межплоскостных расстояниях $d_{002}=9,9$ нм и $d_{004}=4,92$ нм, которые не изменяют своего положения после насыщения глицерином и после нагревания до 600°C.

В образце ББ2 содержание каолинита незначительно, в то время как в образце Ходжакульского бентонита БХ его содержание составляет 10-20%, что было определено по базальным рефлексам с межплоскостными расстояниями $d_{001} = 0,714$ нм и $d_{002} = 0,355-0,357$ нм. Во всех изученных образцах глин были обнаружены следы хлорида, которые были определены по рефлексу при $d_{001} = 1,39-1,40$ нм, зарегистрированному на дифрактограммах, прокаленных до 600°C.

Результаты термического анализа подтверждают результаты рентгеноструктурного анализа. Кроме того, термограммы БМ1 и БМ2 различаются по расположению и глубине эндотермических эффектов. У образца БМ2 эндотермический эффект наблюдается при температурах 90-110°C, что связано с выделением адсорбционной и межслоевой молекулярной воды, а также удалением структурной воды при температурах с максимумом 500-520°C. У образца БМ1 первый эндотермический эффект обнаруживается при температурах 110-140°C и менее интенсивен, чем у образца БМ2, что может быть связано с различием в гидрофильности глин. Второй эндотермический эффект при температурах 540-580°C более интенсивен у образца БМ1, возможно, из-за более высокого содержания гидрослюды.

Было проведено исследование барханных песков Нукусского месторождения. Месторождения находятся на верхнемеловых отложениях и состоят из мелкозернистых эоловых песков серовато-желтого цвета. Пески имеют форму гряд, бугров и барханов, высота которых может достигать 2-6 метров. Общий объем месторождений составляет 2118172 кубических метров.

Таблица содержит результаты масс-спектрофотометрического анализа химического состава песка, взятого из трех различных зон месторождения.

Таблица 1.

Химический состав песка Нукусского месторождения

Пробы	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	ППП
1	78,08	5,57	1,2	1,33	4,26	1,64	Сл.	7,54
2	78,03	6,53	1,26	1,32	4,29	1,78	Сл.	6,7
3	75,06	8,56	1,18	1,36	4,45	2,01	0,33	7,05

Из данного химического состава песка можно сделать вывод, что основным компонентом всех образцов является оксид кремния (SiO₂), который составляет более 73-78% общей массы песка. Также в составе проб песка присутствуют различные металлические оксиды, такие как оксид алюминия (Al₂O₃), оксид железа (Fe₂O₃), оксид магния (MgO), оксид кальция (CaO) и другие.

Легкая фракция песка содержит включения, мелкие точечные кристаллы циркона. Также можно обнаружить обломки водяно-прозрачных зерен, форма которых может быть как округлой, так и нормальной.

В отличие от легкой фракции, грубодисперсная фракция содержит несколько видов минералов. Эпидот (Ca₂Al₂Fe^{III}(SiO₄)₃OH), который встречается в грубодисперсной части, имеет неправильную и часто округленную форму, а также желтовато-бурый цвет с высокими аномальными интерферентными окрасками. Вместе с тем встречается также включения пирита, магнетита и гидротетита и барита.

Таблица 2.

Зерновой состав песка Нукусского месторождения

Образец	Фракции, мм					
	2,5	1,26	0,63	0,315	0,14	≤0,14
1	-	0,14	0,27	1,94	92,16	5,49
2	-	0,13	0,26	1,92	92,15	5,54
3	-	0,16	0,25	1,94	92,17	5,57

Таблица 3.

Минералогический состав фракции песка 0,25-1 мм (Нукусское месторождение)

Образец	Минералы легкой фракций (уд. вес. 2,90 кг/м)				
	Кварц	Полевые шпаты	Глинист. вещество	Облом. породы	Мусковит
1	65,5	19,1	10,8	2,6	2,0
2	67,3	19,8	11,6	0,9	0,4
3	64,9	13,8	19,8	0,5	1,0

Месторасположение Муйнакского месторождения находится в 300 километрах к юго-востоку от города Нукуса. В этом месторождении преобладают мелкозернистые эоловые пески сероватого оттенка, которые

имеют форму гряд, бугров и барханов, высота которых колеблется в пределах от 2 до 6 метров. Общий объем запасов составляет 1808172 кубических метра.

Таблица 4.

Химический состав песка Муйнакского месторождения

Образец	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	ППП
1	73,13	5,68	1,55	1,22	6,84	1,15	0,28	10,15
2	73,74	5,72	1,48	1,14	6,81	1,14	0,33	9,64
3	73,79	5,74	1,26	1,37	6,8	1,15	0,32	9,57

Таблица 5.

Зерновой состав образцов песка, %

Образец	Фракции, мм					
	2,5	1,26	0,63	0,315	0,14	≤0,14
1	-	0,02	0,08	1,67	93,6	5,13
2	-	0,03	0,09	1,68	93,5	5,17
3	-	0,04	0,06	1,87	93,4	5,18

Таблица 6.

Минералогический состав песков Муйнакского месторождения

Образец	Минералы легкой фракций, в % (уд. вес. 2,90 кг/м ³)				
	Кварц	Полевые шпаты	Глинист. вещество	Облом. породы	Мусковит
1	66,5	16,2	11,5	3,3	2,5
2	68,4	18,5	11,6	0,5	1,0
3	71,0	16,3	10,8	0,8	1,1

Все три образца содержат значительное количество кварца (от 66,5% до 71,0%), а также полевых шпатов и глинистых веществ. Образец 1 содержит наибольшее количество глинистого вещества (11,5%), а образец 2 - наименьшее (0,5%). Образцы 1 и 2 также отличаются количеством обломочных пород: в образце 1 их содержание составляет 3,3%, а в образце 2 - всего 0,5%. Образец 3 содержит наименьшее количество полевых шпатов (16,3%) и глинистого вещества (10,8%), и наибольшее количество кварца (71,0%). Образцы имеют значительные различия в содержании минералов тяжелой фракции. В образце 2 наблюдается самое высокое содержание рудных минералов (23,5%) и циркона (4,6%), в то время как в образцах 1 и 3 эти минералы присутствуют в значительно меньших количествах.

При выборе подходящей композиции для закрепления песка необходимо учитывать данные различия и адаптировать ее свойства к специфике конкретного образца.

В третьей главе «**Изучения проблемы закрепления подвижных песков с использованием химических мелиорантов**» представлены результаты экспериментальных исследований по созданию закрепляющей суспензии. В качестве добавки был выбран соапсток (Ходжелийнский масложировой завод, образец из 20.01.2020 г.). Выбор водной суспензии бентонитовых глин (Муйнакского месторождения) и соапстока в качестве мелиоранта также обусловлен их экономической перспективностью.

Содержащееся в соапстоке масло может быть выделено несколькими способами: высаливанием, растворением в органических растворителях и наконец центрифугированием. Для получения неомыленного масла из

соапстока применён метод высаливания с использованием пищевой соли. Обезжиренный соапсток использовался для мелиоранта, а остаток соапстока, вода и бентонит - для создания суспензий на песчаных поверхностях. Через сутки анализировались характеристики мелиораций. Во втором эксперименте добавляли остаток соапстока, полученный с помощью толуола, а в третьем - применялся первичный соапсток. Результаты представлены в табл. 7.

В ходе исследования создавались суспензии из бентонита, соапстока и воды с разными соотношениями компонентов для получения наилучшего мелиоранта. Эксперименты показали, что устойчивая суспензия в течение 6 часов требует содержание соапстока до 2% от массы. Смеси из разных доз соапстока и бентонита (1-9 г) с водой до 100 мл готовились и наносились на песок. Устойчивость определялась временем расслоения смеси после перемешивания. На песок также оценивались расход, прочность, влагоемкость и устойчивость корки.

Таблица 7.

Характеристики корки песка, обработанного суспензией бентонита и соапстока (1-вариант)

Массовые доли %		Глубина пропитки, см	Прочность корки	Устойчивость в воде	Толщина корки, мм
С	Б				
Соапсток полученный 1-способом					
2	5	5	толстая рыхлая	П	30-35
2	10	4	сверху твердая	П	18-20
2	20	2	сверху	П	12-15
4	5	4,5	сверху большие корки	ДНП	28-32
4	10	3,5	сверху твердая	-----	16-20
4	20	2	корка шелушится	ДНП	10-11
6	5	3	сверху больше	НП	22-25
6	10	2,5	сверху эластичная	НП	12-16
6	20	1	шелушится	НП	5-8
Соапсток полученный 2-способом					
2	5	2,5	рыхлая	П	20-25
2	10	2,0	пластичная	П	15-16
2	20	1,2	шелушится	П	3-5
4	5	2,4	рыхло пластичная	ДНП	20-25
4	10	1,6	твердая пластичная	ДНП	13-15
4	20	1,0	шелушится	ДНП	3-5
6	5	2,2	рыхлая	НП	18-20
6	10	1,5	твердая	НП	13-15
6	20	0,5	шелушится	НП	3-5

С – соапсток; Б – бентонит; П – промывается, ДНП – долго не промывается; НП – не промывается.

При анализе суспензий, содержащих бентонит, воду и обезжиренный соапсток, выяснилось, что наилучший результат достигается при добавлении 4% остатка соапстока после его обезжиривания и 10% бентонита. Однако высокое содержание пищевой соли может привести к дестабилизации суспензии, хотя и способствует лучшему проникновению в песок. Лабораторные испытания показали, что при соотношениях соапсток-бентонит

1:9 и 2:8 образуется менее устойчивая корка. С увеличением содержания соапстока корка становится более прочной и водоустойчивой, но чрезмерное количество соапстока может вызвать ее шелушение. Взаимодействие компонентов глины в суспензии с частицами песка ведет к формированию корки, где роль соапстока заключается в обеспечении стабильности. Исходя из результатов экспериментов, оптимальное содержание соапстока в смеси составляет 3-5%.

Для установления оптимального состава для закрепления подвижных песков Муйнакского и Нукусского месторождений были приготовлены смеси, которые содержали от 1 до 5% бентонита, от 0,1 до 2% водорастворимых полимеров, в качестве которых были взяты: гидролизованный полиакриламид ($M_r=2000$ kDa, степень гидролиза не менее 60%), КМЦ-700.

Проведенный анализ влияния состава закрепляющей смеси позволил определить наиболее подходящие варианты для наших исследований. В табл. 8 приведены составы данных вариантов.

Таблица 8.

Процентное содержание компонентов в закрепляющей смеси, %

Компоненты	Образец смеси, №					
	1	2	3	4	5	6
Бентонит	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
ПАА	1,0	0,5	0,3	1,0	0,5	0,3

На рис. 1 приведены данные характеризующие изменения объёмов проникновения суспензии бентонита с ПАА в систему песков Муйнакского и Нукусского месторождений.

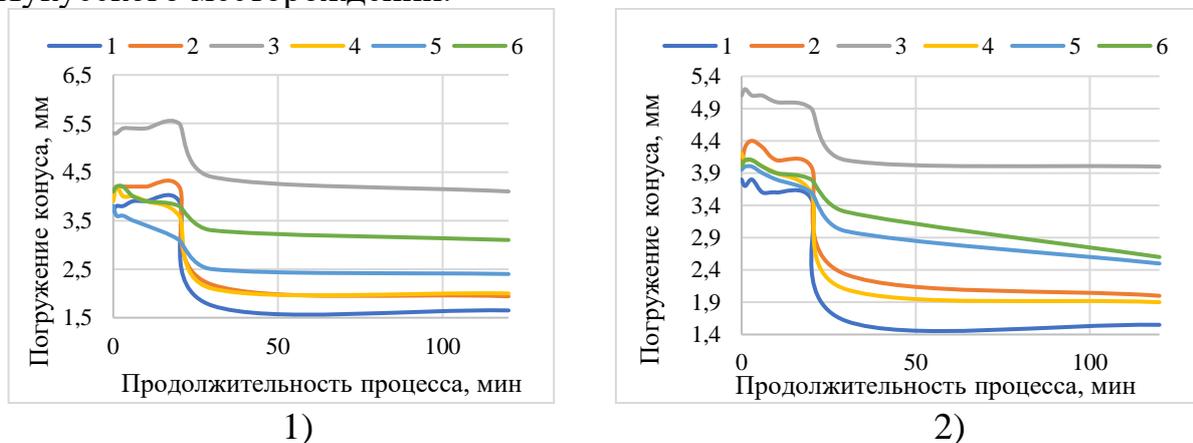


Рис. 1. Динамика погружения конуса с течением времени для образцов песка: 1) Нукусского месторождения; 2) Муйнакского месторождения.

Проникновение суспензии бентонита зависит от размеров каналов и взаимодействия песчаных частиц с жидкостью. Анализ показывает увеличение глубины погружения конуса после пропитки в течение 20-30 мин. Присутствие полимера в объеме 1% уменьшает высоту проникновения. Уменьшение содержания ПАА при сохранении 3% бентонита повышает начальную глубину погружения, указывая на снижение пластичности песчаной системы. В начале пропитки конус погружается на 3,95 мм, но высота меняется со временем. Уменьшение глубины в дальнейшем связано с усилением прочности песчаной системы и формированием коагуляционных структур.

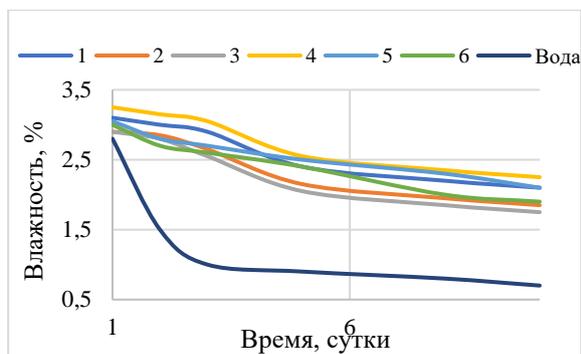


Рис. 2. Изменение влажности песка Нукусского месторождения после обработки с закрепляющими добавками.

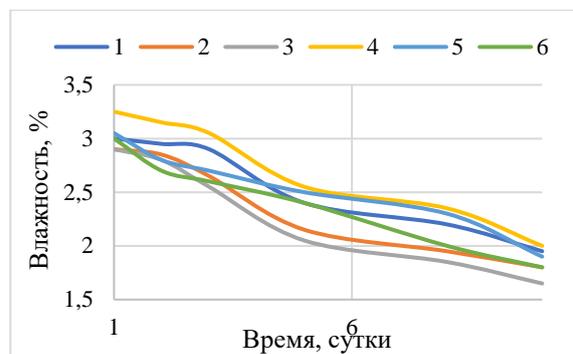


Рис. 3. Изменение влажности песка Муйнакского месторождения после обработки с закрепляющими добавками.

Повышение концентрации бентонита не однозначно влияет на изменение погружения конуса, на что также влияет состав самого песка. На основе данных, связанных с изменением пластической прочности корки песка Нукусского месторождения после 2 часов, возможно установить последовательность структурообразующих составов в следующем порядке: 1>2>4>5>6>3. С учетом этой информации, относительно Муйнакского песка, можно упорядочить закрепляющие смеси в следующей последовательности: 1>4>2>5>6>3.

Изучение влажности корки за 10 суток показало влияние состава закрепляющей смеси на этот параметр. Компоненты смеси влияют на прочность закрепленного песка.

Обработка песка водой приводит к быстрому снижению влажности: до 2,8% за сутки и до 0,7% после 10 суток. При обработке закрепляющими добавками влажность песка выше, особенно с 5% бентонитом и уменьшенным полимером (2,25-1,9%). С 3% бентонитом влажность снижается от 2,1 до 1,75%. Закрепляющие добавки влияют на влажность и структуру песка. Увеличение полимера повышает влажность, а бентонит способствует структурообразованию.

Пески Муйнакского месторождения имеют похожие кривые изменения влажности, но интенсивное снижение происходит в первые два дня. Их влажность ниже, чем у песков Нукусского месторождения из-за различия в содержании глинистых минералов: 19% против 11%. Больше глинистых минералов приводит к большей влажности из-за адсорбции воды на частицах. Снижение влажности снижает прочность кристаллизационной корки, но после 30 дней прочность песков остается за счет кристаллизационных структур от закрепляющих.

Исследования с КМЦ как структурообразователем показали, что он менее эффективен для закрепления песков по сравнению с ПАА. Хотя КМЦ часто используется в глинистых буровых растворах из-за солеустойчивости, его применение не достигает результатов, как с ПАА, особенно в смеси с 3% бентонита. Прочность песков с КМЦ ниже, а увеличение концентрации ПАА улучшает прочность. Это может быть связано с способностью ПАА сорбироваться на песчаных частицах, влияя на поровое пространство.

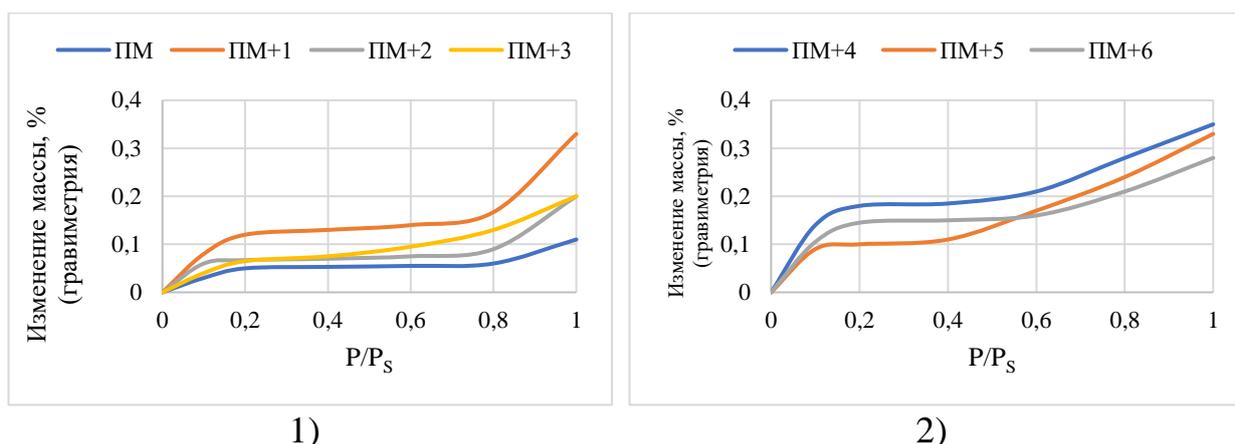


Рис. 4. Изотермы адсорбции паров воды на образцах песка Муйнакского месторождения и его обработанных формах.

На рис. 4. показано, что обработка песка с 3% бентонита и 1% полиакриламида увеличивает его адсорбционную активность до 0,34% против 0,11% у исходного. При добавлении 5% бентонита адсорбция возрастает до 0,35%. Образец ПМ+6 имеет чуть меньшую адсорбцию при $P/PS \leq 0,5$, но достигает 0,335% при $P/PS = 1$. Вероятно, это из-за его пор и гидрофильных групп. Образец ПМ+6 с 0,5% полимера показывает насыщение 1,65 при 16 мм пропитки, в то время как ПМ+5 имеет $K = 2,00$ при 12 мм. ПМ+6 лучше адсорбирует при $P/PS = 1$, а ПМ+5 при низком давлении. Можно заключить, что добавление бентонита и полиакриламида улучшает адсорбцию песка, и разная концентрация влияет на адсорбцию при разных давлениях.

В четвертой главе «Создание гидрогеля на основе отхода кожевенного производства и его промышленное испытание» представлено исследование, посвященное разработке технологической схемы получения гидрогеля на основе отходов кожевенного производства. Проанализированы результаты предыдущих исследований, описаны химические и физические свойства кожевенного отхода, а также рассмотрены способы его переработки.

В качестве исходного сырья для получения гидрогелей были взяты образцы – отходы кожи, обработанные известью (без шерсти) после удаления мяса и обрезки, предоставленные компанией Orient Technology (г. Нукус).

В табл. 9. перечислены основные компоненты, используемого сырья из кожевенных отходов. Определение основных характеристик кожевенного отхода (КО) проводилось согласно методикам SR EN ISO 4684: 2006, SR EN ISO 4047: 2002 и SR EN 15959: 2012 и ГОСТ 938.4-70.

Таблица 9.

Физико-химическая характеристика изучаемых образцов отхода кожи

Характеристики	Значение
Летучие вещества, % ($\leq 150^\circ\text{C}$)	65,85
из них органические вещества:	43,31
Нелетучие органические вещества	15,44
Жиры, %	2,20
Зола, %	1,10
Общий азот, %	14,45
Оксиды металлов, %	0,96

Для создания гидрогелей применялись гидролизаты, полученные с использованием реагентов как H_2SO_4 , K_2HPO_4 и N,N' -метиленбисакриламид. Эти реагенты и дистиллированная вода не требовали дополнительной обработки.

Через кислотный гидролиз желатиновой кожи при $85^\circ C$ и 2,5-3% растворе серной кислоты за 2-2,5 часа получались коллагеновые гидролизаты. Ускорение процесса возможно при увеличении кислотности. Гидролизат имел $pH=6,2$.

1. Метод получения ГКО: в коллагеновый гидролизат добавляли K_2HPO_4 (1:1, 20% раствор) и N,N' -метиленбисакриламид (0,1% от массы гидролизата), затем соапсток (10% от массы КО) и бентонит (до 15%). Полученный гидрогель имел pH 6,9 и высушивался при $100 \pm 1^\circ C$.

2. Метод получения КОКМЦ: в гидролизат добавляли K_2HPO_4 , КМЦ (1:5 к гидролизату), N,N' -метиленбисакриламид (0,1% от гидролизата) и бентонит (до 13%). Гидрогель (pH 7,4) формировался в цилиндры и сушился при $100 \pm 1^\circ C$.

3. Метод получения КОПАА: при замене КМЦ на ПАА (18-20% от гидролизата) получался гидрогель с $pH=7,5$. При этом все полученные гидрогели содержат питательные элементы К и Р.

Рассматривая химическую модификацию с использованием соапстока будут приниматься во внимание превращения, которые заключаются главным образом взаимодействия между $COOH$ группами жирных кислот соапстока с свободными NH_2 группами в составе коллагеновой матрицы (рис. 5).

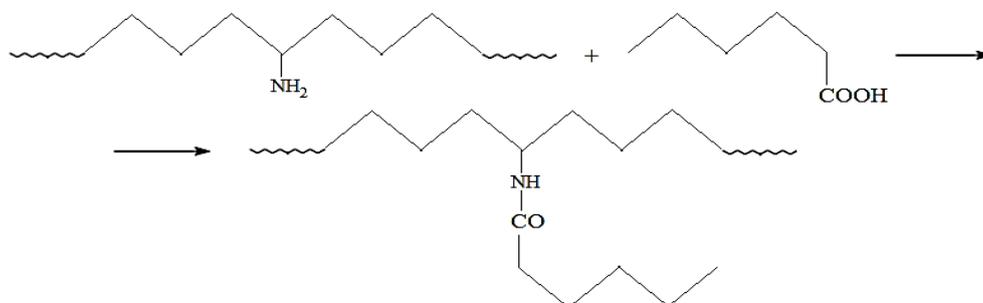


Рис. 5. Схема химического превращения, объясняющий связь между компонентами соапстока и коллагена.

Если жирные кислоты соапстока реагируют за счет полимер-аналогичных превращений, то другие компоненты соапстока (олигомерные соединения, фенолы и др.) могут взаимодействовать за счет графтинг превращений.

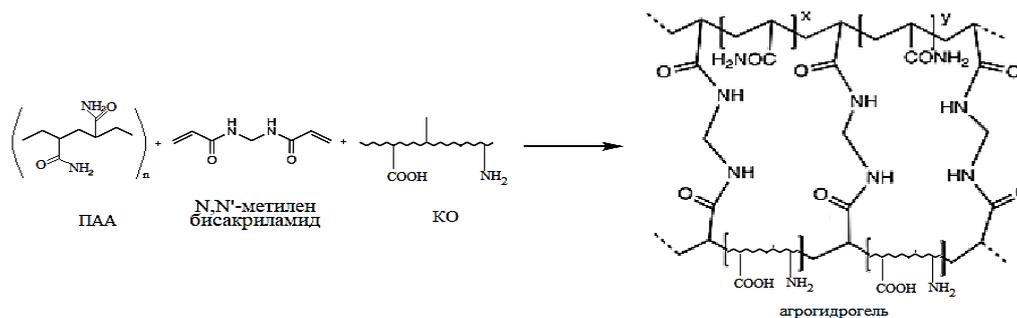


Рис. 6. Механизм образования гидрогеля на основе ПАА и КО.

Ретикуляция происходит за счет наличия в системе сшивающего реагента N,N'-метиленбисакриламида. Реакцию можно показать следующим образом (рис. 6).

Можно отметить, что удобрение КОКМЦ, обработанное полимером КМЦ, содержит наибольшее количество органических веществ, в то время как наименьшее содержание органики наблюдается в образце, где коллаген был связан с компонентами соапстока. Кроме того, все образцы, содержащие питательные элементы, демонстрируют содержание азота в диапазоне от 7,1 до 12,11%, фосфора от 5,3 до 5,5%, и калия от 6,9 до 8,4%. Это подтверждает эффективность коллагеновой матрицы в качестве связующего элемента для данных питательных веществ.

Были определены степень набухания сетки α в водной среде по относительному увеличению массы сетки. Гидрогели менее набухают в кислой среде ($\text{pH} < 7$) по сравнению с нейтральной или щелочной. На pH до 4 и ниже, независимо от сшивающих реагентов, набухание гидрогелей схоже. Это связано с образованием комплексов между коллагеновой сеткой и сшивающими агентами, что препятствует набуханию. Комплексы (ГКО, КОКМЦ, КОПАА) устойчивы в кислой среде и впитывают воду при $\text{pH} > 6$. С ростом pH комплексы разрушаются, особо выделяется гидрогель с ПАА из-за образования заряженных групп, ведущих к резкому набуханию. Гидрогель с ПАА имеет большее набухание благодаря его молекулярной массе, в то время как гидрогель с соапстоком менее набухает, но все равно является гидрогелем из-за высокой степени набухания. Отдельные компоненты не имеют такой степени набухания, как весь гидрогель ($\alpha=128$). Коллагеновый отход набухает на 61% при $\text{pH}=7,5$.

Таблица 10.

Результаты определения эффективности закрепляющей корки полученной с помощью суспензии БСВ

№	Состав суспензии, %		Дата		ССП*, %
	бентонит	соапсток	1 измерение	2 измерение	
На склонах бархана					
1	-	-	21.09.22	-	
2	4	3	20.09.22	19.10.22	70
3	4	4	21.10.22	19.11.22	83
4	5	3	19.10.22	19.11.22	76
5	5	4	19.10.22	19.11.22	100
Между барханами					
6	-	-	28.10.22	25.11.22	---
7	4	3	25.10.22	25.11.22	65
8	4	4	28.10.22	25.11.22	73
9	5	3	26.10.22	25.11.22	71
10	5	4	28.10.22	25.11.22	82

*степень сохранности покрытий.

Проведена ряд полевых опытов по совместному применению химической и фитомелиорации в 2022 годы. Обработка площади проводилась путем полива раствором с расходом до 3 литров на квадратный метр, что привело к пропитке слоя песка на глубину 7-18 мм. Прочность такой

образовавшейся корки при сжатии составила 1,2-3,6 кг/см². Полевые эксперименты доказали, что закрепляющие добавки полностью предотвращают растрескивание глинистой корки после высыхания, а сама корка не препятствует росту молодых побегов, а наоборот, повышает устойчивость песка к дефляции. Механическая прочность глинистой корки с БСВ увеличивается в 8-12 раз по сравнению с отсутствием без него.

Как видно из данных табл. 10 при обработке химическим мелиорантом пыле вынос почти нацело прекращается (пыле вынос проверялся установкой АУ-3, скорость воздушного потока 10 м/с).

Система с суспензией, содержащей бентонит и соапсток, позволяет достичь более высокой сохранности закрепляющей корки как на склонах бархана, так и между барханами, по сравнению с отсутствием этих компонентов. Среди всех образцов, содержащих суспензию, образцы с наибольшим количеством бентонита и соапстока (5:4) показали наиболее высокую сохранность покрытий на обеих областях исследования. Образец 5 с таким соотношением компонентов суспензии достиг максимальной сохранности.

Образцы с наибольшим содержанием бентонита и соапстока (5 и 4% соответственно) в смеси БСВ и добавлением 1% ПАА показывают наиболее высокую сохранность покрытий как на склонах бархана, так и между барханами. Эти образцы демонстрируют сохранность покрытий на уровне 90% и выше на втором измерении, что свидетельствует о их эффективности в предотвращении эрозии и закреплении поверхности. Во всех случаях образцы с добавлением ПАА демонстрируют лучшие показатели сохранности покрытий по сравнению с образцами без ПАА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены различия в химико-минералогическом и зерновом составе песков Муйнакского и Нукусского месторождения. Показано, что повышение концентрации бентонита не однозначно влияет на изменение погружения конуса, на что также влияет состав самого песка. На основе данных, связанных с изменением пластической прочности корки Нукусского и Муйнакского песка последовательность структурообразующих составов, имеет следующие последовательности: 1>2>4>5>6>3 и 1>4>2>5>6>3, соответственно.

2. Увеличение концентрации ПАА в закрепляющей системе приводит к мгновенному увеличению прочности, тогда как изменение концентрации КМЦ, наоборот, приводит к уменьшению прочности пропитанных песков. Суточная влажность верхних слоев песков, обработанных раствором ПАА в количестве 10 мл на 50 г песка, составляет 5,05%, что на 1,15 раза больше, чем у песков, обработанных с использованием КМЦ. В результате исследований сделан вывод, что такие различия в значениях влажности и прочности связаны с высокой способностью молекул ПАА сорбироваться на гидратных слоях поверхности песчаных частиц, что приводит к уменьшению размеров порового пространства.

3. Оптимальные условия синтеза гидрогелевых материалов для повышения плодородности песка включают использование коллагенового гидролизата, полученного кислотным гидролизом (2,5-3% H_2SO_4) исходного отхода при 85°C в течение 2-2,5 часов, добавление соответствующих компонентов (K_2HPO_4 , N,N'-метиленабисакриламид, соапсток/КМЦ/ПАА), и установление определенных pH значений для каждого типа гидрогеля (ГКО, КОКМЦ, КОПАА).

4. Все созданные комплексы ГКО, КОКМЦ, КОПАА стабильны в кислой среде и начинают впитывать воду при повышении pH выше 6. Разрыв комплекса происходит по мере ионизации с увеличением pH, особенно заметно для гидрогеля с ПАА. Гидрогель, содержащий компоненты соапстока, имеет наименьшую степень набухания, однако все равно обладает высокими показателями набухания по сравнению с исходным коллагеновым отходом.

5. Добавление 1% по массе ПАА в смесь бентонит-соапсток-вода (БСВ) приводит к значительному повышению сохранности покрытий как на склонах бархана, так и между барханами. Образцы с наибольшим содержанием бентонита и соапстока (5 и 4% соответственно) в смеси БСВ демонстрируют наивысшую сохранность покрытий на уровне 90% и выше на втором измерении.

6. Установлено, что обработка подвижного песка мелиорантом и использование гидрогеля способствуют значительному повышению приживаемости растений. На площадке без обработки приживаемость растений была низкой, а добавление гидрогеля при посеве саженцев на площадке дополнительно улучшило приживаемость растений, превышая 60% для саксаула, селина, гребеньщика и кандыма.

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

**KARAKALPAK SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL
SCIENCES OF THE KARAKALPAK BRANCH OF THE ACADEMY OF
SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

ISMAILOV BAXTIYAR MURATBAEVICH

**COLLOIDAL-CHEMICAL BASES FOR FIXING DUNE SANDS WITH
THE HELP OF A SUSPENSION OF BENTONITE CLAYS AND
PRODUCTION WASTES**

02.00.11 – Colloid and membrane chemistry

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

Tashkent – 2024

The subject of the PhD thesis has been registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science, and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.2.PhD/K646.

Dissertation work completed at the Institute of general and inorganic chemistry.

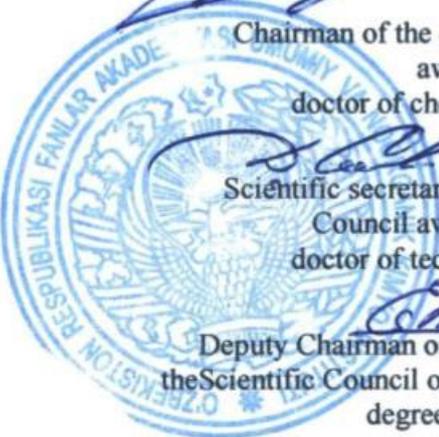
Abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) posted on the web site of «ZiyoNet» to the address www.ziynet.uz.

Academic Supervisor:	Turemuratov Sharibay Naurizbaevich doctor of chemical sciences, professor
Official opponents:	Kuldasheva Shakhnoza Abdulazizovna doctor of chemical sciences, professor
	Adizova Nargiza Zamirovna Doctor of Philosophy in chemical sciences
Leading organization:	Urgench State University

The defense will take place «19» April 2024 at 15⁰⁰ o'clock at the meeting of on-time scientific Council No.DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry Institute (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99 871) 262-56-60, fax: (+99 871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 10). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on «8» April 2024 y.
(mailing report №10 from «8» April 2024 y.)



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

E.D. Eshmetov
Deputy Chairman of the Scientific Seminar at
the Scientific Council on the award of a scientific
degree, doctor of technical, prof

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work: is to develop a stabilizing additive for mobile sandy soils based on bentonite and industrial waste.

The object of the research work: are soapstock, bentonite clays from Beltayusky, Muynak, and Khodjakuul deposits, samples of sand from Muynak and Nukus deposits, polyacrylamide (PAA), carboxymethylcellulose (CMC), soapstock, and collagen waste from leather production (CW).

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

it has been established that when the soapstock content is within the range of 3-5% of the total suspension mass, the stability of the formed crust is achieved, ensuring effective sand fixation. However, exceeding this range leads to increased brittleness and washout of the crust;

the conditions for creating an agrohydrogel based on collagen waste from leather processing industries have been determined, which contribute to obtaining gels with high swelling characteristics and nutrient elements, such as potassium, nitrogen, and phosphorus, in total quantities of up to 20%;

it has been demonstrated that the fatty acids in soapstock can undergo polymer-analogous transformations, while crosslinking with PAA and CMC occurs due to the presence of the crosslinking agent N,N'-methylenebisacrylamide in the system. As a result, the swelling capacity in water reaches 128%, 418%, and 661% at pH 7.5;

the maximum degree of biodegradation, reaching 99% for the initial collagen in water, has been established. Meanwhile, for fertilizers containing nutrients (K⁺ and P⁵), the following values were obtained: 85% for the CMC-based fertilizer, 75% for the PAA-based fertilizer, and over 89% for the CK-based fertilizer, demonstrating a higher degree of biodegradation for products containing natural compounds (components of soapstock) and CMC, and a lower degree for compounds functionalized with the synthetic polymer - PAA.

Implementation of research results. Based on the scientific results regarding the production of stabilizers and structurants based on bentonite-soapstock and PAA:

the technology for obtaining a composition of structurant suspension aimed at enhancing the mechanical strength and moisture retention of mobile sands has been included in the list of promising developments for implementation in 2024-2025 by the Committee of Forestry of the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Forestry Committee of the Republic of Karakalpakstan No. 1-37 dated March 27, 2023). As a result, compositions of structurant suspensions based on bentonite, polyacrylamide, and soapstock contribute to increasing the structured particles of sand to 64.9-76.8%.

the composition and technology for the application of the composite reagent for stabilizing mobile sands and soil substrates have been included in the list of promising developments for implementation in 2024-2025 by the Committee of Forestry of the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Forestry Committee of the Republic of Karakalpakstan No. 1-37 dated March 27, 2023). As a result of

using composite additives based on industrial waste and bentonite clays, the plant survival rate has increased to 80.0%.

The structure and scope of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a bibliography and an appendix. The volume of the thesis is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Исмайлов Б.М., Агзамходжаев А.А., Туремуратов Ш.Н., Артикова Г.Н., Даулетова Ж.К, Абдикамалов Д.Х. Закрепление подвижных песков с помощью мелиорантов и фитомелиорации // Вестник, Каракалпакского Государственного Университета им. Бердаха, г. Нукус 2016 г. №2, – С. 14-16. (02.00.00. №16).

2. Ismailov B.M., Turemuratov Sh.N., Consolidation of mobile sands with ameliorants and phytomelioration // Karakalpak Scientific Journal, Vol. 4, Issue 1, Article 7, November 2021. ISSN-2010-9075. E-ISSN-2181-1229. <https://uzjournals.edu.uz/karsu/vol4/iss1/7> (02.00.00. №16).

3. Наурызбаева З.Ш., Исмайлов Б.М., Туремуратов Ш.Н., Туремуратова А.Ш. Физико-химические свойства аэрозолей солевых бурей в регионах Приаралья // Вестник, ККО АН РУ, Нукус. 2022 г. №1, – С. 36-41(02.00.00. №19).

4. Исмайлов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Физико-химические и минералогические свойства Нукусского песка и бентонитовых глин Бештюбинского месторождения // Universum: Химия и биология Выпуск:6(96) июнь 2022 часть 2 Москва 2022. Стр 45-52 (02.00.00. № 2).

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

6. Ismailov B.M., Tanatarov O.R., Allamuratova A.S., Sharipova A.I., Abdikamalova A.B., Akhmedov U.K. Development of a method for chemical sand reclamation based on suspensions of bentonite and organic additive // Вестник, ККО АН РУ, Нукус. 2023 г. №3, – С. 28-32. (05.00.00. №19).

II бўлим (II часть; part II)

7. Исмайлов Б.М., Агзамходжаев А.А., Туремуратов Ш.Н. Закрепление подвижных песков с помощью местных минералов и отходов производства // Материалы Республиканской научно практической конференции «Рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья», Нукус, 2012г.С .151-152.

8. Исмайлов Б.М., Агзамходжаев А.А., Туремуратов Ш.Н. Закрепление подвижных песков на основе суспензии бентонитовых глин и промышленных отходов // Материалы IV–Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья, г. Нукус, «Илим», 2012 г.

9. Абдикамалова А. Б., Шарипова А. Ш., Артикова Г. Н., Исмаилов Б.М., Сейтназарова О. М. Способы выделения жирных кислот из соапстоков // Научно-практический журнал «Современные инновации» подготовлен по материалам VI Международной научно-практической конференции «Современные инновации в науке, образовании и технике» Москва 2016 г.

10. Артикова Г.Н., Исмаилов Б.М., Сейтназарова О.М. Способы выделения жирных кислот из побочных продуктов переработки хлопчатника // 2016-жыл «Саламат ана ҳам бала жылы» на бағышланған «Илим ҳам тәлим тәрбия жәмийеттиң интеллектуал айнасы» атамасындағы Республикалық илимий теориялық ҳам әмелий конференция Материаллары V бөлим. Нөкис 2016. 50 с

11. Исмаилов Б.М., Туремуратова А.Ш., Туремуратов Ш.Н. Пескозакрепляющий мелиорант на основе местных минералов и отходов производства // 2016-жыл «Саламат ана ҳам бала жылы» на бағышланған «Илим ҳам тәлим тәрбия жәмийеттиң интеллектуал айнасы» атамасындағы Республикалық илимий теориялық ҳам әмелий конференция Материаллары V бөлим. Нөкис 2016. 41-42 с

12. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н., Туремуратова А.Ш. Технологии закрепление подвижных песков на основе местных минералов и отходов производства // «Қарақалпақ мәмлекетлик университетти ғәрессизлик жылларында» атамасындағы республика илимий әмелий конференциясы материаллары топламы II том Нөкис 2017. 121-122с

13. Исмаилов Б.М., Наурызбаева З.Ш., Туремуратов Ш.Н., Закрепление подвижных песков с помощью мелиорантов и фитомелиорации // Республиканской научно-практической конференции «Эффективность использования местных минералов при восстановлении деградированных почв» г Нукус, 18-19 октября 2018 г. 67-72 с

14. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Химическое закрепление подвижных песков на побережьях автомагистральных и железных дорог в регионах Приаралья // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Наука и инновации в современных условиях Узбекистана», г. Нукус, 20- май 2020 г. Част 1, С.78-79.

15. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Пескозакрепляющий мелиорант на основе местных минералов и отходов производства // Статья в материалах VIII Международной научно-практической конференции 2020 г., -С. 172-174.

16. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Создание атмосфероустойчивого, экологически безвредного и пригодного для фитомелиорации закрепляющего слоя на поверхности подвижных песков // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития химии и

химической технологии в Республике Каракалпакстан» г. Нукус 2021 г. с.314-316.

17. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Способ химической мелиорации подвижных песков с пескозакрепляющими мелиорантами // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновационные технологии на основе вторичных и местных сырьевых ресурсов» г. Ургенч, 2021 г. II том, с. 194-195.

18. Наурызбаев А., Туремуратов Ш.Н., Исмаилов Б.М. Силикатные материалы на основе известково-белитовых вяжущих и барханных песков Республики Каракалпакстан // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Инновационные технологии на основе вторичных и местных сырьевых ресурсов» г. Ургенч, 2021 г. II том, с. 192-193.

19. Исмаилов Б.М. Харакатланувчи қумларни бентонит гиллари ва ёғ-мой ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида мустахкамлаш // Сборник материалов III международной научно-теоритической конференции «Актуальные вопросы естественных наук» 12 мая, 2022 г. часть II. г. Нукус С.71-74.

20. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Определение эффективности мелиоранта бентонит-соапсток-вода // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов». Институт общей и неорганической химии АНРУз. Ташкент 12-14 май 2022 года. С. 792-794

21. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Закрепление подвижных песков с помощью мелиорантов и фитомелиорации //«Эффективность использования местных минералов при восстановлении деградированных почв» Материалы Республиканской научно-практической конференции Академия наук Республики Узбекистан Каракалпакское Отделение Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук г. Нукус 2023-год. С. 276-279.

22. Исмаилов Б.М., Туремуратов Ш.Н. Способ закрепление подвижных песков с целью приживаемости зеленого покрова на высохшем дне Аральского моря //«Оролбўйи худудларида кимё ва кимёвий технология ривожланишининг ҳозирги замон тенденциялари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2023 йил 13 март Нукус шаҳри, Бердақ номидаги Қорақалпоқ Давлат Университети. С. 336-337

Автореферат «Ўзбекистон кимёси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100 дона. Буюртма № 27/24.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирограff» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.