

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

АХМАДЖОНОВ АКРОМ АБДУХАКИМОВИЧ

**“КВАРЦ ҚУМИ-МИКРОКРЕМНЕЗЁМ” КОМПОЗИЦИЯСИ АСОСИДА
ШИША ҲОСИЛ БЎЛИШ ЖАРАЁНИНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИГИ,
ШАФФОФ ВА РАНГЛИ ШИША СИНТЕЗИ**

02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси

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

Тошкент – 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Ахмаджонов Акром Абдухакимович

“Кварц куми-микрокремнезём” композицияси асосида шиша ҳосил бўлиш жараёнининг ўзига хослиги, шаффоф ва рангли шиша синтези.....3

Ахмаджонов Акром Абдухакимович

Особенности процессов стеклообразования в композициях «кварцевый песок-микрокремнезем», синтез прозрачного и цветного стекла.....21

Akhmadjanov Akrom Abdukhakimovich

Features of glass formation processes in “quartz sand-miscilica” compositions, synthesis of clear and colored glass.....39

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

АХМАДЖОНОВ АКРОМ АБДУХАКИМОВИЧ

**“КВАРЦ ҚУМИ-МИКРОКРЕМНЕЗЁМ” КОМПОЗИЦИЯСИ АСОСИДА
ШИША ҲОСИЛ БЎЛИШ ЖАРАЁНИНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИГИ,
ШАФФОФ ВА РАНГЛИ ШИША СИНТЕЗИ**

02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нometалл материаллар технологияси

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

Тошкент – 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.4.PhD/K710 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси ЎЗР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.ionx.uz) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Қодирова Зулайхо Раимовна
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Юнусов Миржалил Юсупович
техника фанлари доктори, профессор

Руми Марина Христафоровна
кимё фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

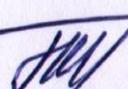
Бердақ номидаги Қорақалпоқ Давлат университети

Диссертация иши ҳимояси ЎЗР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг «22» май 2024 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

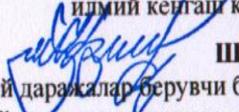
Диссертация иши билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (20-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2024 йил « 08 » май куни тарқатилди.
(2024 йил « 08 » майдаги № 20 рақамли реестр баённомаси).




Н.Х. Усаиббаев
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш раиси, т.ф.д.


Ж.С. Шукуров
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш котиби, т.ф.д.


Ш.С. Намазов
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор, академик

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясига аннотация)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда, юқори сифатли шиша материалларига бўлган эҳтиёжнинг жадал ўсиши ва пластик қадоклларни шиша идишларга алмаштиришнинг ортиб бораётган тенденциясига боғлиқ равишда уларни ишлаб чиқаришни кўпайтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Таъкидлаш лозимки, шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш соҳасининг муваффақиятли фаолияти, фойдаланилган хомашёнинг сифатига ва шиша суюқланмасини ҳосил бўлишига олиб келадиган асосий физик-кимёвий жараёнларига боғлиқ. Шиша қайнатиш шиша материалларнинг функционал хоссаларини шаклланишидаги мураккаб жараён ҳисобланади ва кўпгина омиллар таъсирига боғлиқ бўлади. Бугунги кунда талаб даражасидаги шиша материалларини олишда, термик ишлов беришдаги суюқланма ҳосил бўлиш жараёнларини комплекс тадқиқ этиш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб бориш алоҳида аҳамиятга эга.

Жаҳон миқёсида ҳозирги кунда, энергия ва табиий ресурсларни минимал сарфлаган ҳолда юқори сифатли шиша буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, шиша омуктаси хомашёсини пишириш ва қайнатишнинг физик-кимёвий жараёнларини бошқариш, бошланғич компонентларнинг фазавий ўзгаришларига ҳароратнинг таъсирини асослашга, шиша материалларнинг «таркиб-структура-дисперс-хосса» функционал боғлиқлигини ва уларни ишлаб чиқаришда мақбул режимини аниқлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда шиша ҳосил бўлиш жараёнларини ўрганиш, минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида пишириш ҳарорати пасайтирилган шиша материалларини ишлаб чиқариш, шунингдек, юқори сифатли шиша ишлаб чиқаришни аниқлаш, уларнинг функционал ва ўзига хос хусусиятларини белгилаш бўйича кенг қўламли чора тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни Тараққиёт стратегиясида қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ҳажмини икки баравар ошириш, ноанъанавий норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни жалб этган ҳолда хомашё базасини кенгайтириш ва “Яшил иқтисодиёт”¹ доирасида чиқиндисиз технологияни ишлаб чиқиш ва жорий этишга қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, шиша ҳосил бўлиш жараёнларини ўрганиш ва ферросилиций ишлаб чиқариш чиқиндисидан фойдаланиб, паст ҳароратда суюқланувчи шиша материалларини яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 - сонли “2022-2026-йилларда Янги Ўзбекистонни Тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ва 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 -сонли “2017-2021-йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармонлари, ҳамда 2019 йил

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022-2026 йилларда Янги Ўзбекистонни Тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

23 майдаги ПҚ-4335-сонли “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги Қарори, шунингдек, ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII “Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар” устувор йўналишига мувофиқ ҳолда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нашр этилган илмий адабиётларда шиша ҳосил бўлишининг физик-кимёвий асослари, уларни ишлаб чиқаришда ресурс ва энергия тежамкор технологияларни ишлаб чиқиш, замонавий илмий ёндашув ва усуллардан фойдаланган ҳолда кварц кумларини комплекс қайта ишлаш ва бойитиш, шиша омухталарини лойиҳалашда турли саноат чиқиндиларидан фойдаланиш бўйича, Бобкова Н.М., Гадиятов В.Г., Ковальченко Н.А., Артамона М.В Терещенко И.М., Минько Н.И., Гулоян Ю.А., Мелконян Р.Г., Аппен А.А., Аткарской А.Б., Ашхотов О.Г., Киян В.И., Жернов Н.Ф. каби ва бошқа машҳур олимлар томонидан олиб борилган тадқиқотлар натижалари катта қизиқиш уйғотади.

ЎЗР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтида, Тошкент кимё-технология институтида, Урганч давлат университетида маҳаллий минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида турли мақсадлар учун шиша материаллар ишлаб чиқариш бўйича қатор тадқиқотлар олиб борилган. Бу тадқиқотлар Абдураззоков А.А., Исматов А.А., Сиражиддинов Н.А., Қосимова С.С., Иркаҳўжаева А.П., Юнусов М.Ю., Қодирова З.Р., Тўлаганов Д.У., Бабаев З.К., Арипова М.Х. ва бошқа олимлар илмий мактаблари томонидан олиб борилган.

Аммо, муайян натижаларга эришилган бўлса-да, маҳаллий хомашё ресурслари асосида талаб даражасидаги шиша материалларини қайнатиш жараёнини асослаш ва уларни паст ҳароратда олиш имкониятларини аниқлаш бўйича илмий-амалий, иқтисодий ва экологик жиҳатларни инобатга олган ҳолдаги илмий асосланган маълумотлар мавжуд эмас.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ “Қурилиш ва техни мақсадларда фойдаланиладиган функционал ва силикат материалларнинг энергия ва ресурс тежовчи таркиб ва технологияларини ишлаб чиқиш” (2020-2023йй.) бюджет мавзуси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади: “Томди кварц куми-микрокремнезем” композициясида шиша ҳосил бўлиш жараёнларининг ўзига ҳослигини аниқлаш, ҳамда шаффоф ва рангли шиша синтездан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Шиша омуктасини, зарурий сууюқланма ҳосил қилувчи қўшимчалар билан бирга лойиҳалаш учун Томди кварц қуми ва «Ўзметкомбинат» АЖ ферросилиций ишлаб чиқаришининг чиқиндиси ҳисобланган микрокремнеземнинг кимёвий-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий хусусиятларини аниқлаш;

кварц қуми, доломит ва кальцийнацияланган сода асосида физик-кимёвий ва шиша ҳосил бўлиш жараёнларини иккиламчи ва учламчи системаларда фазавий муносабатларини аниқлаш;

шиша массасини қайнатиш жараёнида содир бўладиган физик-кимёвий жараёнларни ва тажриба намуналарининг физик-техник кўрсаткичларини, пишириш ҳароратининг ўзгаришида синтез қилинган шишаларнинг “таркиб-структура-хосса” функционал боғлиқликларини аниқлаш бўйича комплекс тадқиқотлар ўтказиш;

учламчи системалар асосидаги тажрибавий шиша намуналарининг юқори ҳароратдаги фазавий ўзгариш ва физик-техникавий хоссаларини аниқлаш;

шаффоф ва рангли шишаларни олиш учун қайнатиш жараёнида шиша массаларининг сууюқланма ҳосил қилиш режимларини мақбул таркиблари ва параметрларини аниқлаш. Ишлаб чиқариш шароитида синтез қилинган мақбул тажрибавий намуналарни, тажриба синовлари ўтказиш йўли орқали тадқиқот натижаларини апробациядан ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Томди кварц қуми, Дехқонобод доломити, “Ўзметкомбинат” АЖ микрокремнеземи ва синтез қилинган шишанинг тажриба намуналари олинган.

Тадқиқотнинг предмети шиша массаларини қайнатишнинг физик-кимёвий жараёнларини, фазавий ўзгаришларини, шиша массаларининг тажриба намуналарини физик-техникавий хусусиятларини, паст ҳароратларда учламчи системанинг эвтетик нуқталарини аниқлаш орқали шиша массаларини қайнатиш жараёнини, ҳамда пишириш жараёнида шиша массаларининг сууюқланма ҳосил қилишдаги мақбул таркиб ва режимларининг параметрларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот усуллари. Диссертацияда физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари (минералогик, рентгеноспектрал, рентгенфазази, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик, оптик, электрон микроскопик) ва шиша технологиясининг анъанавий тадқиқот усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

турли мақсадлардаги шишаларни синтез қилиш учун Томди қуми кварц қуми, “Ўзметкомбинат” АЖ микрокремнеземли чиқиндиси, Дехқонобод доломити билан фойдаланиш имкониятлари асосланган;

паст ҳароратли қайнатиш жараёнида шиша сууюқланмасини шаклланишининг ўзига хослиги ва ундаги кремнеземни полиморф кўринишларига фазавий ўтишлари аниқланган;

шиша ҳосил бўлишининг физик-кимёвий жараёнлари ва “кварц қуми-доломит”, “кварц қуми-сода”, “доломит-сода”, “микрокремнезем-доломит”,

‘микрoкремнезем-сoдa’ иккиламчи системаларининг фазавий ўзарo муносабат қонуниятлари асосланган;

“кварц қуми-дoлoмит-сoдa” ва “микрoкремнезем-дoлoмит-сoдa” учламчи системалари асосида шиша намуналарининг янги таркиблари синтез қилинган ва рангсиз, ҳамда кварц қумини микрoкремнезем билан алмаштиришда турли гамма рангларига эга шиша намуналари олишнинг мақбул параметрлари аниқланган;

микрoкремнеземдан фойдаланиб, қайнаш ҳароратига боғлиқ ҳолда шиша массасининг “таркиб-структура-хoсса” функционал боғлиқлиги ўрнатилган ва ўрганилаётган учламчи системалардаги шиша мақбул таркибларининг соҳалари ва эриш ҳароратининг эвтетик нуқталари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

турли мақсадлардаги шиша материаллар олишда, суюқланма ҳосил қилувчи қўшимчалар билан кварц қуми, микрoкремнезем, доломит ва кальцийнацияланган содадан фойдаланилгандаги шиша омухтасининг янги рецептурасини қўллаш имкониятлари асосланган;

таркиблар мақбуллаштирилган ва маҳаллий хомашёлар асосида паст ҳароратли қайнатишда рангсиз ва рангли шиша идишлари олишдаги технологик режимнинг параметрлари аниқланган;

шиша массасининг янги таркибли рецептураси асосида олинган шиша намуналарини ишлаб чиқариш шароитида тажриба синовидан ўтказиш йўли билан апробация қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлиги замонавий физик-кимёвий таҳлил ва шиша технологиясининг анъанавий тадқиқот усуллари натижалари, ҳамда янги рецептура асосида тайёрланган шиша идиш намуналари ишлаб чиқариш шароитида тажриба саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларини илмий аҳамияти, шиша ҳосил бўлишнинг физик-кимёвий жараёни, ҳамда шиша массасини қайнатишда содир бўладиган юқори ҳароратли фазавий ўзгаришлари, иккиламчи ва учламчи системалар турли нисбатлардаги компонентларининг ўзарo фазавий ўтишларининг тадқиқ этилиши, тажрибавий шиша намуналари тажриба саноатида синовдан ўтказилганлиги билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, Томди кварц қуми, “Ўзметкомбинат” АЖ микрoкремнеземи, Дехқoнoбoд доломити, Қўнғирот заводининг содаси ва суюқланма ҳосил қилувчи қўшимчалардан фойдаланиб, паст ҳароратларда идиш сифатидаги шиша материалларининг мақбул таркибларини ва олишнинг технологик режимини ишлаб чиқиш билан асосланади, ҳамда тадқиқот натижалари шиша материаллар хомашё базасини кенгайтиришни таъминлаш учун маълумотнома сифатида хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Суюқланма ҳосил қилувчи қўшимчалар билан Томди кварц қуми ва микрoкремнезем асосида

синтез қилинган шишаларнинг физик-кимёвий ва ўзига хос хусусиятларини аниқлаган ҳолда шиша ҳосил бўлиш жараёнларини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кварц қуми, микрокремнезем, доломит асосидаги иккиламчи ва учламчи системаларда юқори ҳароратда борадиган қаттиқ фазали реакциялари, шиша суюқланмасининг ҳосил бўлишдаги фазавий ўзгариш қонуниятларини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар “Қурилиш ва техник мақсадлардаги силикат ва функционал материалларнинг энергия ва ресурстежамкор таркиблари ва олиш технологияларини ишлаб чиқиш” бюджет мавзуси бўйича тадқиқотларни бажаришда қўлланма материал сифатида фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2024 йил 17 январдаги 4/1255-107-сонли маълумотномаси). Натижада, паст ҳароратда шиша ҳосил бўлиш жараёнлари бўйича илмий асосланган, фундаментал маълумотлар олиш имконини берган;

ноанъанавий юқори кремнеземли хомашё компонентлари асосида ишлаб чиқилган шиша массасининг таркиби “ASL OYNA” МЧЖнинг “2024-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган («O’zsanomatqurilishmateriallari» уюшмасининг 2024 йил 26 январдаги 05/ 15-198-сонли маълумотномаси). Натижада, талаб даражасидаги шиша идишлар учун шиша маҳсулотларини олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 8 та ҳалқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан 3таси хорижий ва 3таси республика журналларда чоп этилган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 106 бетни ташкил қилган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари Ўзбекистон Республикаси ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “**Шиша синтези ва шиша ҳосил бўлиш жараёнлари бўйича тадқиқотларнинг замонавий ҳолати ва ривожланиш**

истикболлари" деб номланган биринчи бобида илмий-техник адабиётларда ва электрон манбаларда мавжуд бўлган ишларнинг танқидий таҳлил натижалари, шунингдек, шиша ишлаб чиқаришда минерал хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиш бўйича ҳозирги ривожланиш тенденциялари ҳамда прогноз маълумотлари тақдим этилган. Мавжуд ютуқлар билан бир қаторда мазкур йўналишда таркиблар ишлаб чиқишдаги энергия ва ресурстежамкор технологияларни яратиш учун ноанъанавий тош жинслари ва кварц таркибли чиқиндиларни мақсадга мувофиқ тадқиқ қилиш билан боғлиқ бўлган муаммолар мавжудлиги кўрсатилган.

Турли мақсадлар учун шиша материалларини ишлаб чиқариш технологияси, шунингдек, турли хил саноат чиқиндилари ёрдамида ишлаб чиқилган шиша массаларининг таркиблари бўйича маълумотлар муҳокама қилинган. Нашр этилган ишларни танқидий таҳлил қилиш ва муҳокама қилиш асосида ушбу тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **“Суюқланма ҳосил бўлиш жараёнида шиша омукталари хомашё компонентларини тадқиқ этишнинг физик-кимёвий ва анъанавий усуллари“** номли иккинчи бобида Республикаимизнинг ўрганилаётган маҳаллий кварц кумлари ва бошқа бир қатор минерал ва иккиламчи ресурслари негизида шиша материалларнинг дастлабки компонентларини ва тажриба намуналарини тайёрлаш усуллари тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Уларнинг кимёвий, минерологик, гранулометрик, ҳамда шиша материаллар ишлаб чиқаришнинг анъанавий усулларида фойдаланган ҳолда шиша ҳосил бўлиш жараёнлари ўрганилган. Умуман олганда, шиша намуналарининг физик-кимёвий ва техник хусусиятларини ўрганиш натижалари, шунингдек уларни ишлаб чиқариш жараёнларининг технологик режимлари кўрсатилган.

Диссертациянинг **“Бошланғич материалларнинг физик-кимёвий хоссалари, иккиламчи ва учламчи системаларда шиша ҳосил бўлиш жараёнлари. Рангли ва рангсиз шиша мақбул таркибларини ишлаб чиқиш"** деб номланган учинчи бобида шиша материалларининг самарали омукта таркибларини ишлаб чиқишда Ўзбекистондаги бир қатор кварц куми конларини, кварц кумларини қисман алмаштириш учун турли саноат чиқиндиларини кимёвий-минерологик ва гранулометрик таркиблари, физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган (1- жадвал).

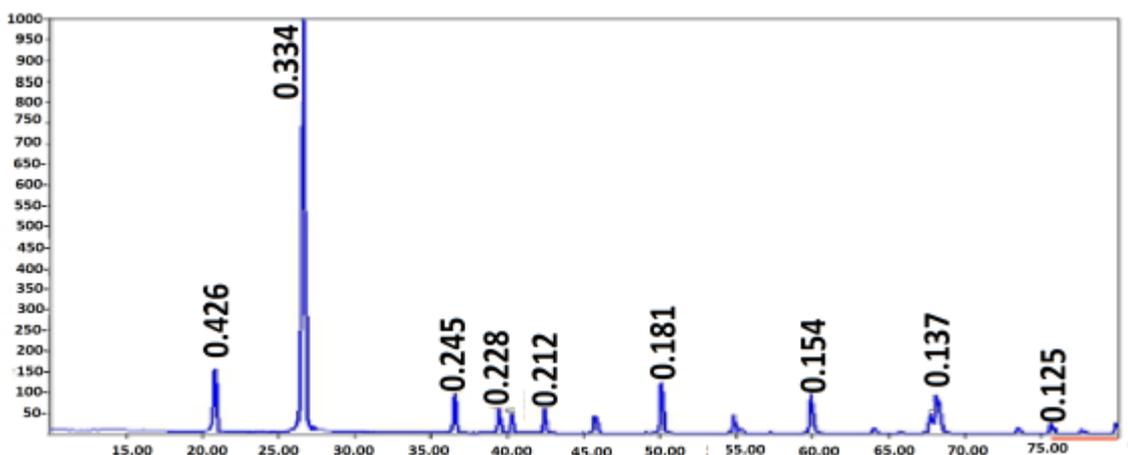
1- Жадвал

Фойдаланилган хомашё материалларининг кимёвий таркиблари

Хомашё номи	Оксидлар миқдори, мас.%								КЙ, мас.%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
Кварц куми	96,49	0,42	0,22	0,32	0,56	0,43	0,82	0,14	1,23
Доломит	2,71	0,34	0,25	0,02	30,05	19,24	0,11	0,12	45,16
Микрокремнезем	85-89	0,7-0,9	1,1-1,5	-	3,5-4	2,7-3	-	-	-

Томди кварц кумининг рентгенофаза таҳлил натижаларига (1- расм)

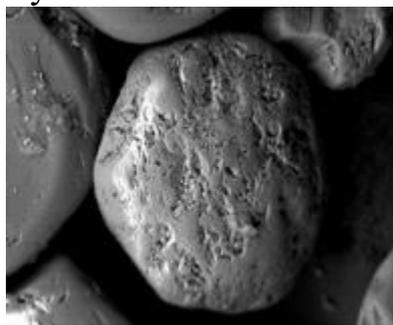
асосан $d = 0,422; 0,334; 0,198; 0,167$ нм дифракция максимумлари альфа кварцга тегишли эканини кўрсатди.



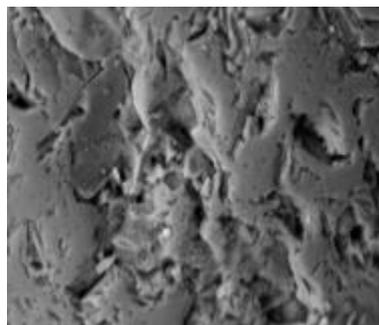
1- Расм. Томди кварц куми намунасининг рентгенограммаси

Кварц куми намунасининг дифференциал термик таҳлили 154°C ҳароратда адсорбцион сувларни йўқолишига, 342°C ҳароратда эса кристалл боғланган сувларнинг йўқотилишига мос келувчи эндотермик эффектни кўрсатди. 571°C ҳароратдаги эндотермик эффект β -кварцни паст ҳароратли модификациясидан бошқа модификацияга полиморф ўтиши билан боғлиқ. Намуналарни қиздириш эгри чизиғида бешта экзотермик эффектлар кузатилган. 203 ва 468°C ҳароратдаги экзотермик эффектлар оксидланиш ва органик моддаларни ёниши билан боғлиқ. $596,652$ ва 824°C ҳароратдаги учта экзотермик эффектни пайдо бўлиши кремнезем минералларининг дастлабки парчаланишига мос келади.

2- расмда Томди кварц куми намунасининг электрон-микроскоп таҳлил натижалари келтирилган. Электрон-микроскопик тадқиқот тасвирларида зич шишасимон тузилиш кузатилади ва кварц минералини дастлабки намунасидаги зарралар нотўғри шакл ёки қиска призмалар билан ифодаланган. Кристаллар юзаси силлиқ, қирралари ўралган. Кристаллар ўлчамлари бир хил ва атрофлича $150\text{-}200$ микронни ташкил қилади. 10мқ га катталаштирганда жамланган заррачаларни бир хил тузилишини, 20мқ га катталаштирганда эса кварц доначаларини алоҳида ўралганлигини кўриш мумкин.



а



Б

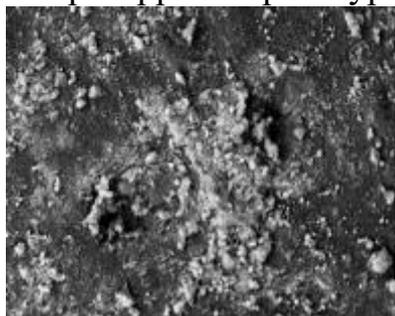
2- Расм. Томди кварц куми намунасининг электрон-микроскопик тасвири (а) дастлабки ва (б) куйдирилган намуна

Микрокремнезем сферик заррача шаклидаги силикат чангининг

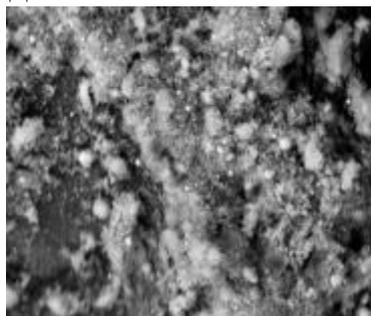
конденсацияси маҳсулоти бўлиб, у электр ёй печларида кварцни тиклаш орқали ферросилиций ишлаб чиқаришдаги чиқинди маҳсулотидир. Шу билан бирга, кремний қотишмаларини эритиш жараёнида кремний монооксиднинг бир қисми газсимон ҳолатда оксидланиш ва конденсациядан ўтиб, таркибида кўп миқдорда аморф кремнеземи сақловчи сферик нанозаррачалар шаклида жуда майин дисперс маҳсулот ҳосил қилади. Ҳозирги вақтда бундай кремнезем нанозарралари, хусусан, микрокремнезем цемент, бетон, девор ва енгил вазнли керамик материаллари, шиша ишлаб чиқаришда, шунингдек, оловбардош материаллар олишда физик-механик ва қурилиш-техник хусусиятларини яхшилаш учун қўшимча сифатида қўлланилади.

Рентгенофазали таҳлил маълумотларига кўра, у асосан рентгеноаморф ҳолатдаги кремнезем билан ифодаланган. Кристалл фаза жуда оз миқдорда мавжуд бўлиб, кремний кристалл кўринишида жуда оз миқдордаги кремний карбид қўшимчаси билан ифодаланган. Микрокремнеземни термик таҳлили 50-375°C ҳарорат оралиғида адсорбцион боғланган сувни йўқолишига мос келган ҳолда массани секин пасайишини кўрсатади. 457-500°C ҳарорат оралиғида 496 °C ҳароратда экзотермик эффект кузатилади.

Микрокремнеземни электрон-микроскопик тасвирлари (3-расм) зарралар ўлчамларини 20µm га катталаштирганда аниқ кузатиловчи текис тарқалган микрозаррачаларни кўрсатди.



а



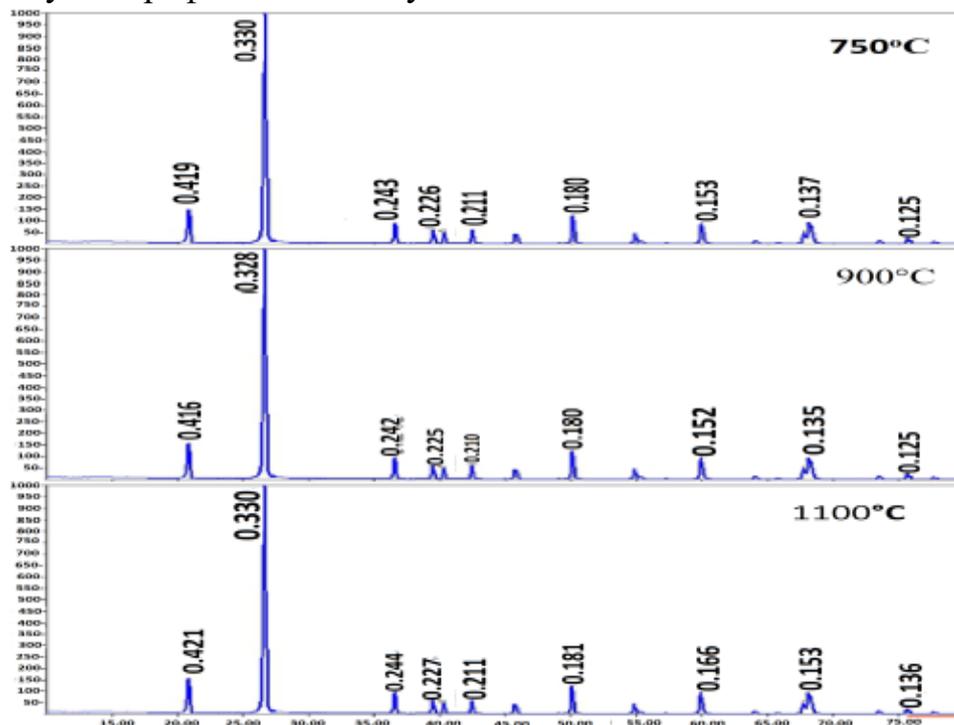
Б

3-Расм.
“Ўзметкомбинат” АЖ
микрокремнеземининг
электрон-микроскопик
тасвирлари

Комплекс таҳлиллар натижаларига кўра “Ўзметкомбинат” АЖ микрокремнезем чиқиндилари асосан аморф ҳолатдаги шиша фазадан иборат эканлиги аниқланди. Намунанинг кимёвий таҳлил натижаларидан (1-жадвал) маълум бўлишича, микрокремнезем асосан шиша ишлаб чиқаришда ишлатиладиган кремний оксидларидан иборат.

Шиша материалларни олиш жараёнида турли ҳарорат режимларини уларнинг фазавий ўзгаришларига таъсирини ўрганиш учун ишлатиладиган кварц қумлари технологик режимда юқори ҳароратларда термик ишлов берилади. Шу мақсадда Томди кварц қумининг тажриба намуналари 750-1100 °C ҳароратда термоишловдан ўтказилди (4-расм). 750-900°C ҳароратда куйдирилган кварц қуми намуналарининг рентгенограммаларида юқори ҳароратли α-кварцга тегишли бўлган дифракция максимумлари кузатилади. Шунингдек, 1000°C ҳароратда куйдирилган намуналар текисликлараро масофада дифракция максимумларнинг интенсивлигини пасайишини кузатиш мумкин, бунини α-кристобалитга хос бўлган ва интенсивлиги кам бўлган максимумларда α-кварцга тегишлилиги бўйича олинган маълумотлар

исботлайди. 1100°C ҳароратдан юқорида куйдиришдан олинган рентгенограммаларда сезиларли ўзгаришлар содир бўлмайди. Фақат кристобалит ҳосил бўлганлигини исботловчи 0,406 нм текисликлараро масофада кучсиз рефлекс пайдо бўлди.



4 - Расм. 750-1100 °C ҳароратда термоишланган Томди кварц куми намунасининг рентгенограммаси

Бу жараёнда дала шпатининг суёқланиши ҳисобига уни тавсифловчи дифракция максимум йўқолади. Ҳарорат 1350°C га кўтарилганда, жамланган кварц зарраларини суёқланма ҳосил қилиш жараёни бошланади.

“Томди кварц куми – Дехқонобод доломити” иккиламчи системаси таркиби намуналарининг суёқланиш ҳароратининг бошланиши ва тугагини аниқлаш натижалари шуни кўрсатдики, иккиламчи системанинг дастлабки компонентларининг суёқланиш ҳарорати Томди кварц куми учун 1715°C ни ва Дехқонобод доломити учун 2005°C ни ташкил қилади.

Суёқланиш ҳарорати маълумотлари ва юқори ҳароратларда куйдириладиган концентрацион таркиб намуналарининг рентгенофаза таҳлили асосида қурилган “Томди кварц куми – Дехқонобод доломити” иккиламчи системасининг ҳолат диаграммаси Томди кварц кумининг юқори миқдори 80 мас.% 1200-1460°C ҳарорат оралиғида асосан кварцнинг юқори модификацияли шакли α -тридимит мавжудлигини кўрсатади. Куйдириш ҳарорати 1480-1560°C гача кўтарилганда α -тридимит α -кристоболитга ўтади. Пишириш ҳарорати 1580°C ва ундан юқори даражага кўтарилганда, аралашма аста-секин α -кристоболит иштирокида суёқ фазага ўтади. Массада доломит миқдорининг кўпайиши таркибида магний оксиди бўлган минералларнинг, масалан, мервинит ($\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$), мелилит ($\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$), диопсид ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) 1480-1500°C ва ундан юқори ҳароратда магнезиал бирикмалар суёқ фазага ўтади.

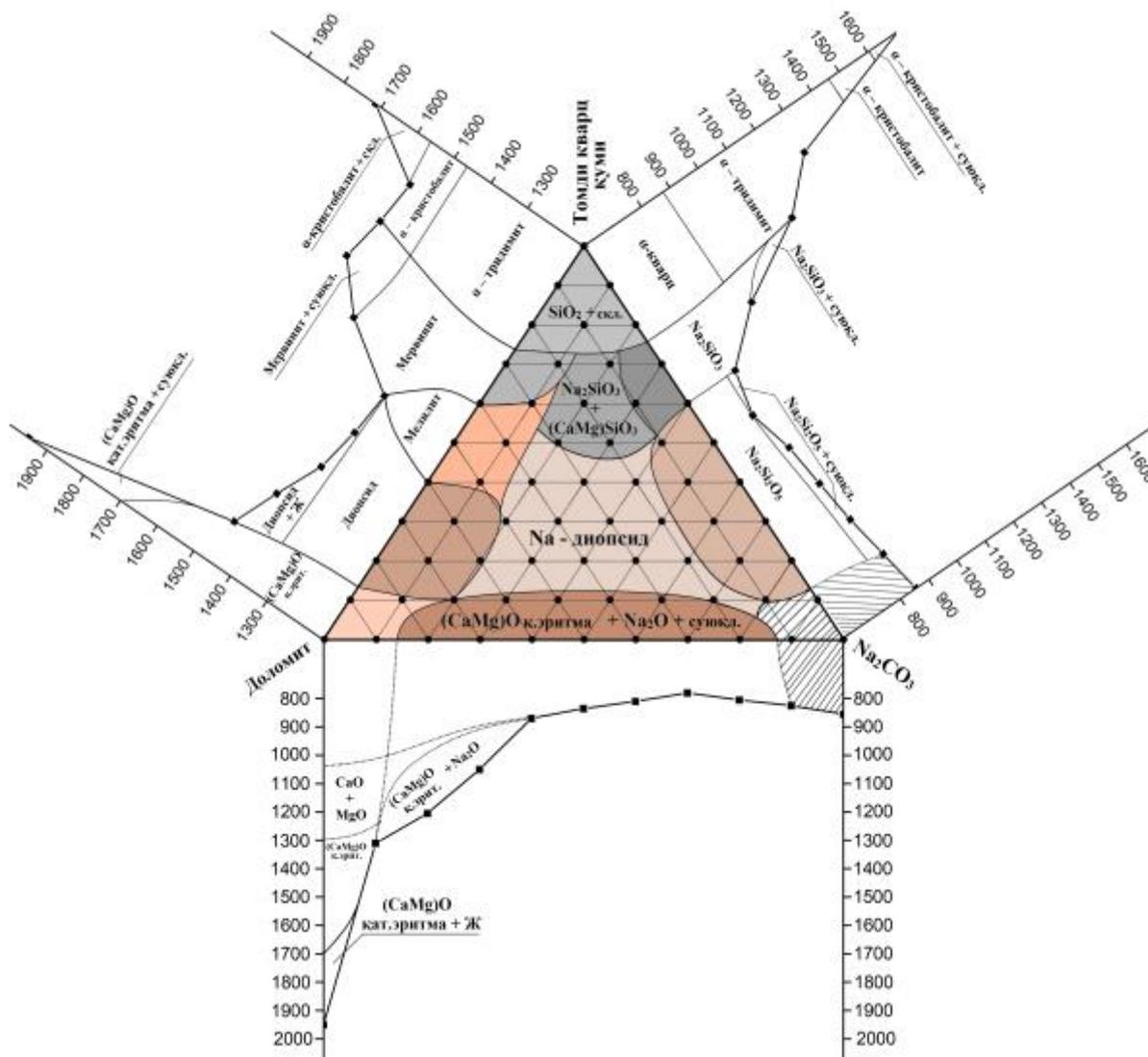
“Томди кварц куми – кальцийнацияланган сода” иккиламчи системасини ўрганиш, куйдириш ҳарорати ўзгарганда концентрацион таркибларда фазавий ўзгаришлар ўзига хос хусусият бўйича бутунлай бошқача ҳолда содир бўлишини кўрсатди. Шунини таъкидлаш керакки, концентрацион таркибларнинг суюқланиш ҳароратининг бошланиши ва тугашининг ўзгаришига таъсирини аниқлаш натижалари аралашмадаги кварц куми миқдори 70 мас.% гача кўтарилишини билан (намуналар ТСК-2 ва ТСБ-7) суюқланиш ҳароратининг 950°C гача кўтарилишини кўрсатди, аммо Томди кварц кумининг суюқланиш ҳарорати 1700°C дан юқори. Бу аралашмада ҳосил бўлган бирикмалар барқарорлигининг концентрацион соҳаларни аниқлаш ва эвтектик нуқталарнинг ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Иккиламчи системанинг фазавий нисбат диаграммасидан кўриниб турибдики, “Томди кварц куми :кальцийнацияланган сода” 40:60 мас.% нисбатда 900°C ҳароратдан бошлаб, таркибида $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ бўлган суюқ фаза юзага келганлиги кузатилади.

“Доломит-кальцийнацияланган сода” иккиламчи системаси термоишлови доломитнинг суюқланиш ҳарорати 1950-2005°C оралиғида бўлса-да, 20-30% кальцийланган сода кўшилиши суюқланиш ҳароратининг бошланиши ва тугашидаги ҳароратни 1300-1100°C гача кескин пасайтиради ва компонентлар нисбати сода:доломит 80:20 таркиби мос равишда ҳароратнинг пасайишига олиб келади. Шундай қилиб, аралашмалардаги кальцийланган содани жуда оз миқдори миқдори ҳам шиша материаллари олишда шиша массасини суюқланиш ҳароратини пасайтиришга сезиларли таъсир кўрсатиши аниқланди. Бу ҳолат “доломит-микрокремнезем” иккиламчи системасида ҳам сақланиб қолади. Натижалар, системанинг дастлабки компонентларини суюқланиш ҳарорати юқори бўлса-да, аралашмадаги микрокремнезем концентрацияси 10 дан 50 мас.% гача бўлганда, суюқланиш ҳарорати 500-600 °C гача пасайишини кўрсатди. Бундай ҳолда, 1320°C ҳарорат оралиғида, дастлабки компонентларнинг 50:50 концентрациясида иккиламчи системада мелилитнинг минерал фазасини - $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ ҳосил қилиб эвтектик нуқтага эришилади.

Ушбу системанинг иккиламчи диаграммасидан кўриниб турибдики, минерал фазаларнинг ҳосил бўлиш жараёни худди “доломит- Томди кварц куми” системасидаги каби содир бўлади. Асосан мелилит синфига мансуб минераллар кузатилиб, доломитнинг максимал миқдори 85 мас.% гача бўлган соҳада таркибнинг қаттиқ эритмаси $(\text{Ca},\text{Mg})\text{O}$ мавжудлиги кузатилади. Шунини таъкидлаш лозимки, қаттиқ эритмалар ва минерал фазаларнинг шаклланиши микрокремнезем ўрнига кварц куми ишлатиладиган таркиблар билан солиштирганда паст ҳароратларда содир бўлади. Бу ҳолат микрокремнезем аморф ва дисперс модда эканлиги ва алюмосиликат минералларини ҳосил бўлиш жараёнларида фаолроқ намоён бўлиши билан изоҳланади.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида иккиламчи политемик кесимларни кўрсатувчи “Томди кварц куми- Деҳқонобод доломит – кальцийнацияланган сода” учламчи системасининг фазавий ўзаро нисбат диаграммаси курилди (5-расм). Учбурчакнинг бир томонидан ликвидус юзасининг эвтектик соҳаларигача Томди кварц куми асосидаги шишасимон суюқланмали $\text{Ca}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}$ қаттиқ эритмасидан ташкил топган суюқ фаза ҳосил бўлади.

Рентгенофазази таҳлилдан, кварц қуми, доломит ва сода асосидаги учламчи диаграммани суёқланиш изотермаларининг жойлашиш характери учбурчакнинг ички соҳасидаги таркибларда янги минераллар ҳосил бўлиши жараёнлари натижасида альфа-кварц, тридимит, кристобалит, диопсид, мелилит, мервинит каби минералларнинг кристалл фазаларини, шу билан бирга қаттиқ эритма $\text{Ca}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}$ ва натрийли суёқ шиша Na_2SiO_5 ҳосил бўлиши кўрсатилган.



5 - Расм. “Томди кварц қуми- Дехқонобод доломит – кальцийнацияланган сода” учламчи системасининг фазавий ўзаро нисбат диаграммаси

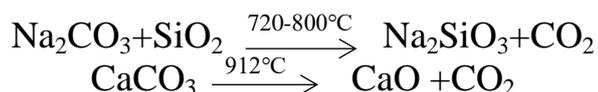
Учбурчакнинг “Томди кварц қуми - кальцийнацияланган сода” томонидан ликвидус юзасининг эвтетик нуқтага яқин соҳаларида асосий фаза бўлиб, натрийли суёқ шиша Na_2SiO_5 ва α -кристобалит ҳосил бўлиши кузатилади. Шундай қилиб, шуни таъкидлаш керакки, шиша массаларининг талаб даражасидаги таркибларини олиш учун асосий хомашё кварц қуми, доломит ва қисман фойдаланилган кальцийнацияланган сода ҳисобланади. Бундан ташқари, ушбу диаграмманинг концентрацион таркиблари асосида рангсиз шиша материаллар олиш имконияти ҳам мавжуд.

Учламчи диаграмманинг концентрацион таркиблари асосида иккиламчи политермик кесимларни кўрсатувчи “Томди кварц куми - Дехқонобод доломити-кальцийнацияланган сода” учламчи системасининг фазавий ўзаро нисбат диаграммасини тадқиқ қилиш давомида кварц кумини тўлиқ ёки қисман микрокремнеземга алмаштириб, микрокремнезем миқдориغا қараб оч жигаррангдан тўқ жигарранггача бўлган гамма рангли шиша намуналари синтез қилинди. Умуман олганда, ушбу учламчи диаграмманинг концентрацион таркибдаги намуналари жигаррангли туридаги шиша идишларини олишга мос келади.

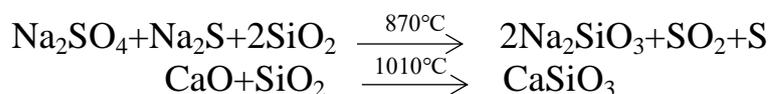
Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра, шиша идишлари учун шиша массаларини турли хил рецептлари солиштирилган. Шиша массаларини қайнатиш технологик жараёнида дастлабки компонентларнинг кимёвий-минералогик хусусиятлари ва уларни пиширишда қайнатиш усулларини ҳисобга оладиган илмий ёндашувлар қўлланилди. Натижада кварц куми, микрокремнезем, доломит ва кальцийнацияланган содадан иборат бўлган учламчи системага асосланган шиша массаларининг мақбул таркибларининг мавжуд соҳалари аниқланди.

Диссертациянинг **“Тадқиқот натижаларини муҳокама қилиш ва олинган шиша намуналарини ишлаб чиқариш шароитида апробациядан ўтказиш”** номли тўртинчи бобида зарурий кўшимчага эга Томди кварц куми асосида тара шишалари тажриба намуналарини олиш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Рангсиз шиша ва рангли шишалар суюқланмалари намуналарига микрокремнезем кўшиб таркиблар ишлаб чиқилган. Маълумки, шиша буюмлар ишлаб чиқариш учун хомашё таркибида SiO_2 , MgO , Fe_2O , CaO , Al_2O_3 оксидларининг мавжудлиги ва уларнинг миқдори катта аҳамиятга эгаллиги учун зарурат бўлганда уни бойитиш амалга оширилади. Шиша ишлаб чиқариш учун хомашё асосий ва ёрдамчи компонентларга бўлинади: асосий компонентларга кварц куми - SiO_2 ; сода - Na_2CO_3 ; натрий сульфат - Na_2SO_4 ; бўр - CaCO_3 ; доломит- $\text{CaCO}_3+\text{MgCO}_3$ ва ёрдамчи компонентларига зарурият сабабли глинозем - Al_2O_3 кўшилиши мумкин.

Шиша суюқланмасини олиш учун тайёр хомашё омукта компонентлари керакли миқдорларда олинди. Бунинг учун шиша массасининг тайёр хомашё таркиби корунд тигелларига жойлаштирилади ва шиша қайнатиш печига жойланади. Амалдаги технологияга асосан шиша олишдаги печ ҳарорати секин кўтарилади. Шиша массасини қайнатишда қуйидаги кимёвий реакциялар содир бўлади: Дастлаб, карбонатларнинг термик парчаланиши содир бўлади:



Кейинчалик, натрий сульфат ва волластонит шаклида силикат минералларини ҳосил қилиш кимёвий жараёни содир бўлади.



Оддий таркибли шишалар учун силикат ҳосил бўлиш жараёни 950-1150°C ҳарорат оралиғида яқунланади. Кейин шиша қайнатиш жараёни

содир бўлади, бунда ҳосил бўлган силикатларнинг фазавий ўтиш кимёвий жараёни суяқ ҳолатда содир бўлади. Оддий таркибли шишалар учун шиша ҳосил бўлиш жараёни 1300-1450°C ҳароратда яқунланади. Бироқ, ҳосил бўлган шиша массаси турли ўлчамдаги газ пуфакчаларини сақлаганлиги ва кимёвий таркиби бир жинсли эмаслиги сабабли ишлатишга яроқли бўлмайди. Шунинг учун шиша массасини шаффофлаштириш жараёни олиб борилади, унга мувофиқ шиша масса газли қўшимчалардан ҳолис бўлади. Одатда шиша массаси кимёвий боғланган кўринишидаги 18%гача газли қўшимчалардан таркиб топган бўлади. Шиша қайнатишнинг шаффофлаштириш босқичидаги вазифаси тайёр шишада пуфакчаларни сонини минимумга етказиш ёки тўлиқ йўқотишдан иборатдир. Оддий таркибли шишалар учун шиша ҳосил бўлиш жараёни 1250-1500°C ҳароратда яқунланади. Гомогенлаш жараёни эса 1250-1550°C ҳароратда шаффофлаштириш билан бир хил кечади.

Совутиш ёки студка жараёни шиша қайнатишда яқунловчи босқич ҳисобланади, уни натижасида шиша массани 300-400 °C ҳароратгача пасаяди, бунда бу ҳарорат шиша буюмлар шаклланиши учун зарурий бўлган шишанинг ёпишқоқлигига эришилади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, шиша идишлар олиш учун шиша омуктасининг концентрацион таркиблари тайёрланди ва уларнинг суяқланиш ҳароратининг бошланиши ва тугаши аниқланди (2-жадвал).

2 - Жадвал

Омукта таркиблари ва тажриба намуналарининг суяқланиш ҳарорати

Намуналар	Хомашё компонентларининг номи ва миқдори мас. %					Суяқланиш ҳарорати, Т °С		Ҳарорат интервали, °С
	Кварц куми	Микро-кремнезем	Доломит	Бўр	Сода	Бошланиши	Тугаши	
ТСК-1	50	10	13	7	20	1355	1438	83
ТСК-2	40	20	13	7	20	1352	1435	83
ТСК -3	30	30	13	7	20	1350	1430	80
ТСК -4	20	40	13	7	20	1348	1427	79
ТСК -5	10	50	13	7	20	1343	1415	72
ТСК -6	-	60	13	7	20	1340	1410	70
ТСБ-7	60	-	13	7	20	1365	1445	80

Шуни таъқидлаш лозимки, шиша қайнатиш катта миқдорда энергияни сарфлайди, шунинг учун шиша массасини қайнатиш ҳароратини мақбул параметрини аниқлаш зарур. Тадқиқ қилинаётган микрокремнезем қўшимчали намуналарни суяқланиш ҳароратини аниқлашда, уларни саноат намуналари билан солиштирганда анча паст суяқланиш ҳароратига эга эканлиги аниқланди.

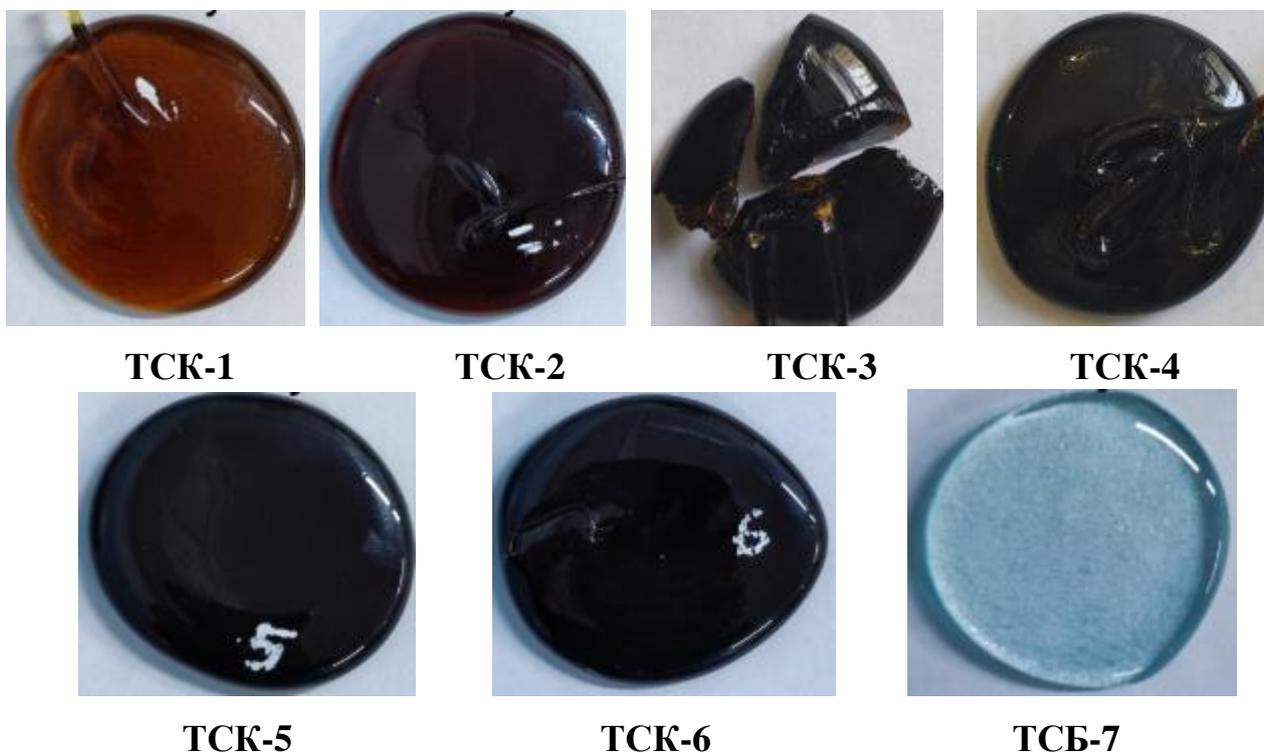
Шижанинг тажрибавий таркибларини қайнатиш учун, тайёрланган омукта аралашмаси чинни тегирмонда яхшилаб аралаштирилди ва силитли печда куйдирилди. Ҳарорат 8 соатни ташкил қилиб, кўтариш вақти соатига 200°C га оширилди. Шиша масса суяқланмаси 1350°C да ҳосил бўлди, бир

жинсли шиша масса олиш учун ҳароратни 1450°C гача кўтарилди ва бу ҳароратда 30 дақиқа ушлаб турилди. Суюқланган шиша массаси металл формага қуйилди. Шиша намунаси структурасидаги кучланишлар кўринишидаги ички зўриқишларни бартараф қилиш учун 450°C ҳароратда тоблаш (отжиг) олиб борилди.

Шиша ҳосил бўлиш жараёнини, зарурий қўшимчага эга Томди кварц қуми ва микрокремнеземсиз рангсиз шиша намуналарини хусусиятларини ўрганиш учун шиша массасини омухта таркиби тайёрланди. Шиша массасини қайнатиш жараёни юқорида келтирилган усул бўйича олиб борилди. Натижада ички ва ташқи пуфакчаларсиз ва ёриқларсиз шаффоф шиша намуналари олинди.

Табий кварц қумини, хусусан, Томди кварц қумини қисман ёки тўлиқ “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқаришининг чиқиндиси – микрокремнезем алмаштиришда, шишанинг технологик хусусиятларига таъсирини аниқлаш учун 10 дан 60 мас.% гача бўлган миқдорда хомашё таркибларига микрокремнезем қўшиб бир қатор тажрибавий намуналар тайёрланди. Хомашё омухтасини тайёрлаш, куйдириш ва тоблаш технологик жараёни ҳам юқорида баён қилинган анъанавий усул бўйича амалга оширилди.

Тадқиқот натижалари (6-расм) шуни кўрсатдики, микрокремнеземнинг қўшилиши шиша массаси рангининг очиқ жигаррангдан (10 мас.% микрокремнезем) қора ранггача (60 мас.% микрокремнезем) ўзгаришига сезиларли таъсир қилади.



6- расм. Томди квац қуми ва турли миқдорда микрокремнезем асосидаги шиша тажриба намуналарининг фотосурати

Ишлаб чиқилган рангли шиша намуналарининг физик хусусиятларини аниқлаш натижалари (3-жадвал), уларнинг физик хусусиятлари қийматлари стандарт талабларига мувофиқ мақбул чегараларда эканлигини кўрсатади.

3-Жадвал

Ишлаб чиқилган таркиблардаги тажрибавий шиша намуналарининг физик хусусиятлари

Шиша номи	Чизиқли кенгайиш ҳарорат коэффиенти (ТКЛР) $\times 10^7$ /град 20-400°C интервалида, ошмасдан	Зичлиги г/см ³	Умумий нур ўтказиши, % (намуна қалинлигига 3mm) Спектр чегарасида, nm		
			400-700	520-560	540-560
Стандарт бўйича (O'z Dst 2439:2012). Жигарранг (КТ) ва рангсиз (БТ) шиша маркалари					
КТ	95,0	2,48-2,53	-	-	15-60
БТ-1, БТ-2	92,0	2,48- 2,52	80,0 кам эмас	-	-
Жигарранг ва рангсиз тажрибавий шиша намуналари					
ТСК-1	94,3	2,49	-	-	53
ТСК-2	94,0	2,49	-	-	45
ТСК-3	94,0	2,50	-	-	38
ТСК-4	94,0	2,50	-	-	32
ТСК-5	93,8	2,51	-	-	24
ТСК-6	93,5	2,52	-	-	22
ТСБ-7	91,0	2,49	87	-	-

Тадқиқотлар, ранг гаммасидаги ўзгаришлар пропорционал равишда микрокремнезем қўшимчасининг миқдorigа боғлиқлигини кўрсатди. Шиша массасини таркибида унинг миқдори ортиши билан темир миқдори ҳам шунга мос равишда ортади ва шиша массаси тўқ рангларга эга бўлади (4-жадвал).

4-Жадвал

Шиша тажрибавий намуналарининг кимёвий таҳлил натижаси

Намуналар	Оксидлар миқдори мас., %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Na ₂ O+K ₂ O	
Стандарт бўйича (O'zDSt 2439:2012) шиша маркалари						
Жигарранг, КТ	68.6-73.6	1.8-4.8	0.5 ортиқ эмас	9.5-12.5	13.4-15.2	
Рангсиз	БТ-1	73.5-69.5	3.5-1.2	0.2 ортиқ эмас	9.5-12.5	13-15
	БТ-2	71-73	0.8-2	0.2 ортиқ эмас	11.7-13.3	12.4-14
Жигарранг ва рангсиз шиша тажриба намуналари						
ТСК-1	73,3	1,57	0,18	10,18	14,82	
ТСК-2	72,6	1,31	0,26	11,13	14,70	
ТСК-3	69,6	1,18	0,34	13,63	15,25	
ТСК-4	71,4	1,48	0,47	12,30	14,35	
ТСК-5	70,1	1,73	0,5	12,28	15,39	
ТСК-6	69,5	1,9	0,55	13,32	14,73	
ТСБ-7	73,4	0,8	0,11	11,18	14,51	

Шишанинг барча тажрибавий намуналари кимёвий таркибининг таҳлил натижалари (4-жадвал) амалдаги ГОСТ 5717.1-2014 ва O'zDSt 2439:2012 стандарт талабларига мос келишини кўрсатди.

ХУЛОСА

1. Тадқиқот натижалари, юқори ҳароратда шиша ҳосил бўлиш жараёнлари, шиша материалларининг физик-кимёвий ва ўзига хос хусусиятлари, хусусан, хўжалик-маиший мақсадлар учун – шиша идишлар ва уларнинг кенг таснифи бўйича илмий-техник манбаларда мавжуд бўлган танқидий таҳлиллар ва нашр этилган ишлар муҳокама қилинган.
2. Томди кварц қуми, Деҳқонобод доломити конлари, “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқаришдаги чиқинди – микрокремнезем, Қўнғирот заводи содаси, кимё саноати чиқиндиси - натрий сульфатларнинг кимё-минералогик, гранулометриқ таркиблари, физик-кимёвий хусусиятлари ва улар асосидаги тажрибавий шиша намуналарини физик-кимёвий таҳлил ва шиша технологиясининг анъанавий усуллари билан тадқиқ этилган.
3. Шиша массасининг бошланғич компонентларида юқори ҳароратдаги жараёнлари ўрганилганда пишиш жараёнида бошланғич кварцнинг α -кварц, тридимит ва кристобалит, ҳамда алмосиликат минералларига фазавий ўтишлари билан бориши аниқланган.
4. Шиша массаси учун компонент таркиблари ишлаб чиқилган ва Томди кварц қуми, Деҳқонобод доломити, микрокремнезем асосидаги композицияларида шиша ҳосил бўлишнинг физик-кимёвий жараёнлари тадқиқ қилинган. “Кварц қуми-доломит”, “кварц қуми-сода” ва “доломит-сода”, “микрокремнезем-доломит”, “микрокремнезем-сода” иккиламчи системаларининг фазавий нисбат диаграммалари қурилган.
5. Политермик кесимли “кварц қуми/микрокремнезем-доломит-сода” учламчи системаларининг фазавий нисбат диаграммалари қурилган ва шиша идиш ишлаб чиқариш учун шиша ҳосил бўлиш соҳаси аниқланган.
6. Рангсиз шиша суюқланмаси намунаси, шу билан бирга микрокремнезем кўшилган рангли шиша намуналари олинган. Кварц қумини микрокремнезем билан 10 дан 60 мас. % гача алмаштиришда шиша ҳосил бўлиш ҳароратининг 60-90°C га камайиши ва шиша массасининг ранг палитрасининг оч жигаррангдан қора ранггача ўзгариши аниқланган.
7. Олинган шиша намуналарини синтези ва ўзига хос хусусиятлари бўйича тадқиқот натижалари тажриба ишлаб чиқариш синов йўли билан муҳокамадан ўтказилган. Синтез қилинган рангли ва рангсиз шиша намуналарининг ушбу кўрсаткичлари амалдаги стандарт талабларига тўлиқ мос мос келиши аниқланган.
8. Олинган илмий натижалар, юқори ҳароратда шиша ҳосил бўлиш жараёнларининг физик-кимёвий тадқиқи ва маҳаллий хомашё компонентлари асосида шиша материаллар олишдаги фазавий ўтишлари бўйича қўлланма материал сифатида фойдаланиш мумкинлиги, ҳамда иқтисодий ва экологик муаммоларни ечган ҳолда хомашё базасининг кенгайтиришга олиб келиши кўрсатилган.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АХМАДЖАНОВ АКРОМ АБДУХАКИМОВИЧ

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СТЕКЛООБРАЗОВАНИЯ В
КОМПОЗИЦИЯХ «КВАРЦЕВЫЙ ПЕСОК-МИКРОКРЕМНЕЗЕМ»,
СИНТЕЗ ПРОЗРАЧНОГО И ЦВЕТНОГО СТЕКЛА**

02.00.15- Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

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

Ташкент – 2024

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2023.4.PhD/K710 в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета www.ionx.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Кадырова Зулайхо Раимовна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Юнусов Мирджалил Юсупович
доктор технических наук, профессор

Руми Марина Христафоровна
кандидат химических наук

Ведущая организация:

Каракалпакский государственный университет имени Бердака

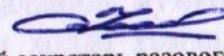
Защита диссертации состоится «22» мая 2024 году в 14⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 при Институте общей и неорганической химии АН РУз. по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; e-mail: ionx@academy.uz.

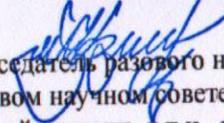
С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (указан под номером 20). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «08» мая 2024 года
(реестр протокола рассылки № 20 от «08» мая 2024 года)




Н.Х. Усанбаев
Председатель разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н.


Ж.С. Шукуров
Учёный секретарь разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н.


Ш.С. Намазов
Председатель разового научного семинара
при разовом научном совете по присуждению
ученой степени, д.т.н., проф. акад.АНРУз

Актуальность и востребованность темы диссертации. В связи с интенсивным ростом потребности на высококачественные стекломатериалы, а также возросшей тенденцией замены пластиковых упаковок на стеклянные тары, в мире уделяется особое внимание увеличению их производства. Следует отметить, что успешная деятельность отрасли по производству стекольных изделий связана с качеством используемого сырья и основными физико-химическими процессами спекания, приводящими к образованию стекольного расплава. Варка стекла является сложным процессом при формировании функциональных свойств стекольных материалов и зависит от воздействия многих факторов. Поэтому огромное значение имеет комплексное исследование расплава, образованного при термообработке в процессе получения востребованных стекольных материалов.

В настоящее время в мире проводятся научно-исследовательские работы по интенсификации производства высококачественных, стекольных изделий и материалов, с минимальным расходом энергии и природных ресурсов. В этом плане уделяется особое внимание регулированию физико-химических процессов спекания и варки сырьевых компонентов стекольных шихт, обоснованию влияния температуры на фазовые превращения исходных компонентов, установлению функциональной взаимосвязи стекломатериалов от системы «состав-структура-дисперс-свойства» и оптимального режима их получения.

В республике достигнуты определенные научные и практические результаты в этой области исследований и осуществляются широкомасштабные мероприятия по исследованию процессов стеклообразования и получения стекольных материалов на основе минерально-сырьевых и вторичных ресурсов с пониженной температурой варки, определению их функциональных и специфических свойств. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 гг. отмечено, что объем производства строительных материалов следует увеличить в 2 раза, расширить сырьевую базу за счет вовлечения нетрадиционных нерудных сырьевых и вторичных ресурсов, разработать и внедрить безотходную технологию в рамках «Зеленой экономики».¹ В этом плане, приобретает особое значение исследование процессов стеклообразования и получения стекольных материалов низкотемпературной варки с использованием отхода производства ферросилиция.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП № 60 от 28 января 2022 г. «О Стратегии Развития Нового Узбекистана на 2022-2026 гг.» и УП № 4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениями Президента Республики Узбекистан ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных

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

мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследований с основными приоритетными направлениями развития науки и технологии в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики VII «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. В опубликованной научной литературе обсуждаются результаты научных исследований физико-химических основ стеклообразования, разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий их производства, комплексной переработке и обогащения кварцевых песков с использованием современных научных подходов и способов, использование отходов различных производств в проектировании стекольных шихт. Наибольший интерес представляют результаты исследований, проведенные такими известными учеными как Бобкова Н.М., Гадиятовым В.Г., Ковальченко Н.А., Артамонова М.В. Терещенко И.М., Минько Н.И., Гулоян Ю.А., Мелконян Р.Г., Аппен А.А., Аткарская А.Б., Ашхотовым О.Г., Киян В.И., Жерновым Н.Ф., и др.

В Институте общей и неорганической химии АН РУз, в Ташкентском химико-технологическом институте, Ургенчском Государственном университете проведен ряд исследований по получению стекольных материалов различного назначения на основе отечественных минерально-сырьевых и вторичных ресурсов. Этими исследованиями занимались научные школы ученых Абдураззокова А.А., Исматова А.А., Сиражиддинова Н.А., Касымовой С.С., Иркаходжаевой А.П., Юнусова М.Ю., Кадыровой З.Р., Тулаганова Д.У., Бабаева З.К., Ариповой М.Х. и др.

Однако, несмотря на достигнутые определенные результаты, не имеется обоснованных научных данных по процессу варки востребованных стекольных материалов на основе отечественных сырьевых ресурсов, по установлению возможности низкотемпературного получения стекломатериалов с учетом научно-практических, экономических и экологических аспектов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, выполненными в организации, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии АН РУз, в рамках бюджетной тематики «Разработка энерго- и ресурсосберегающих составов и технологии получения силикатных и функциональных материалов строительного и технического назначения» (2020-2023гг.).

Целью исследования является установление особенностей процессов стеклообразования в композициях «Томдинский кварцевый песок-микрокремнезем», синтез прозрачного и цветного стекла.

Задачи исследования:

определение химико-минералогических составов и физико-химических характеристик Тамдинских кварцевых песков и микрокремнезема, являющегося отходом производства ферросилиция АО «Узметкомбинат» для составления стекольных шихт, с необходимыми плавнеобразующими добавками;

выявление физико-химических процессов стеклообразования и фазовых отношений двойных и тройных систем на основе кварцевого песка, доломита и кальцинированной соды;

проведение комплексных исследований по установлению физико-химических процессов, происходящих при варке стекломассы и определение физико-технических показателей опытных образцов, установление функциональной зависимости «состав-структура-свойство» синтезированных стекол от изменения температуры варки;

исследование высокотемпературных фазовых превращений и физико-технических свойств, опытных образцов стекол на основе тройных систем;

установление оптимальных составов и параметров режимов расплава стекломассы, образованной в процессе варки, для получения бесцветных и цветных стекол. Апробация результатов исследований путем проведения опытных испытаний синтезированных оптимальных образцов в производственных условиях для получения тарных стекол;

Объектом исследования являются Тамдинские кварцевые пески, Дехканабадский доломит, микрокремнезем АО «Узметкомбинат» и синтезированные стекольные опытные образцы.

Предметом исследования является изучение физико-химических процессов варки стекломасс, фазовых превращений, физико-технических свойств опытных образцов стекольных масс, установление процесса варки стекломассы через определение эвтетических точек тройной системы при пониженных температурах, определение оптимальных составов и параметров режимов расплава стекломассы, образованной в процессе варки;

Методы исследования. В диссертации использованы современные методы физико-химического анализа (минералогический, рентгеноспектральный, рентгенофазный, дифференциально-термический, ИК-спектроскопический, оптический, электронно-микроскопический) и традиционные методы исследования технологии стекла.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснована возможность использования кварцевого песка месторождения Тамди, микрокремнеземистого отхода АО «Узметкомбинат», Дехканабадского доломита для синтеза стекол различного назначения;

определены особенности образования расплава стекла при низкотемпературной варки и фазовые переходы в полиморфные формы кремнезема из него;

обоснованы физико-химические процессы стеклообразования и законы фазового взаимодействия двойных систем «кварцевый песок-доломит»,

«кварцевый песок-сода», «доломит-сода», «микрокремнезем-доломит», «микрокремнезем-сода»;

синтезированы новые составы стекольных образцов на основе тройных систем «кварцевый песок-доломит-сода» и «микрокремнезем-доломит-сода» и определены оптимальные параметры получения бесцветного, а также цветных стекольных образцов с различной гаммой оттенков при замене кварцевого песка на микрокремнезем;

установлена функциональная зависимость «состав-структура-свойство» стекломассы от температуры варки с использованием микрокремнезема и определены области оптимального состава стекол и эвтетические точки температур плавления в изученных тройных системах.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснована возможность использования новых рецептов стекольных шихт на основе кварцевых песков, микрокремнезема, доломита и кальцинированной соды с плавнеобразующими добавками для получения стекольных материалов различного назначения;

оптимизированы составы и разработаны параметры технологических режимов получения бесцветных и цветных тарных стекол низкотемпературной варки на основе местных сырьевых ресурсов;

проведена апробация результатов научно-исследовательских работ путем опытных испытаний стекольных образцов, полученных из нового рецептурного состава стекломассы в производственных условиях.

Достоверность результатов исследований подтверждены применением современных методов физико-химического анализа и традиционных методов исследований стекольной технологии, а также опытными испытаниями разработанных составов образцов на основе новых рецептов стекольной тары в производственных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в обосновании физико-химических процессов стеклообразования и фазовых взаимоотношений компонентов при различных соотношениях двойных и тройных систем, в исследовании высокотемпературных фазовых превращений, происходящих при варке стекломассы, и установлении физико-технических показателей опытных стекольных образцов;

Практическая значимость результатов исследования обосновывается разработкой оптимального состава и параметров технологических режимов получения стекольных материалов тарного назначения, при пониженных температурах, с использованием Тамдинского кварцевого песка, микрокремнезема АО «Узметкомбинат», Дехканабадского доломита, соды Кунградского завода с плавнеобразующими добавками, а также результаты исследований будут служить в качестве справочного материала, обеспечивающим расширение сырьевой базы стекломатериалов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по исследованию процессов стеклообразования с

определением физико-химических и специфических свойств синтезированных стекол, полученных на основе Тамдинских кварцевых песков и микрокремнезема с плавнеобразующими добавками:

Полученные научные результаты по исследованию высокотемпературных твердофазных реакций, фазовых переходов при образовании стекольного расплава в двойных и тройных системах на основе кварцевого песка, микрокремнезема, доломита, использованы в качестве справочного материала при выполнении исследований по бюджетной теме «Разработка энерго- и ресурсосберегающих составов и технологий производства силикатных и функциональных материалов строительно-технического назначения» (справка № 4/1255-107 Академии наук Республики Узбекистан от 17 января 2024 года). В результате удалось получить научно обоснованную, фундаментальную информацию о процессах стеклообразования при пониженных температурах;

разработанный состав стекольной массы на основе нетрадиционных высококремнеземистых сырьевых компонентов включен в перечень перспективных разработок, внедряемых ООО «ASL OYNA» в 2024-2025 годах (Справка № 05/15-198 Ассоциации «Узсаноаткурилишматериаллари» от 26 января 2024 года), что в результате даёт возможность получения востребованных стекольных продукции тарного назначения.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 8 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 6 научных статей в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Объем и структура диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 106 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объекты и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о состоянии внедрения в практику результатов исследования по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние и перспективы развития исследований по синтезу стекла и процессов стеклообразования**» приведены результаты критического анализа работ,

имеющихся в научно-технической литературе и электронных источниках, опубликованных последних работах, а также сложившиеся тенденции развития и прогнозные данные использования минерально-сырьевых и вторичных ресурсов в производстве стекла. Показано, что наряду с имеющимися достижениями, в данном направлении существуют проблемы, связанные с целенаправленным исследованием нетрадиционных каменистых пород и кварцсодержащих отходов для разработки составов с энерго- и ресурсосберегающими технологиями их получения. Обсуждены данные по технологии получения стекольных материалов различного назначения, а также составы стекольных расплавов, разработанные с использованием различных промышленных отходов. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ сформулированы цель и задачи данного исследования.

Во второй главе диссертации «**Физико-химические и классические методы исследования сырьевых компонентов стекольных шихт. Процесс стеклообразования**» приведены данные о способах приготовления исходных компонентов и опытных образцов стекольных материалов на основе исследуемых отечественных кварцевых песков и ряда других минерально-сырьевых и вторичных ресурсов Республики. Исследованы их химические, фракционные, минералогические составы, физико-химические свойства, процессы стеклообразования с использованием современных методов физико-химических и классических методов производства стекольных материалов. В целом показаны результаты исследования физико-химических и технических свойств стекольных образцов, а также технологические режимы процессов их получения.

В третьей главе диссертации «**Физико-химические свойства исходных материалов, процессы стеклообразования в двойных и тройных системах. Разработка оптимальных составов бесцветных и цветных стекол**» приводятся результаты исследования химико-минералогических и гранулометрических составов, физико-химических характеристик ряда месторождений кварцевых песков Узбекистана и различных отходов промышленности для частичной замены кварцевых песков при разработке эффективных шихтовых составов стекольных материалов (табл.1).

Таблица 1

Химические составы используемых сырьевых материалов

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас.%								ППП, мас.%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
Кварцевый песок	96,49	0,42	0,22	0,32	0,56	0,43	0,82	0,14	1,23
Доломит	2,71	0,34	0,25	0,02	30,05	19,24	0,11	0,12	45,16
Микрокремнезем	85-89	0,7-0,9	1,1-1,5	-	3,5-4	2,7-3	-	-	-

Результаты рентгенофазового анализа Тамдинского кварцевого песка (рис.1) показали, что в основном наблюдаются дифракционные максимумы $d=0,422; 0$

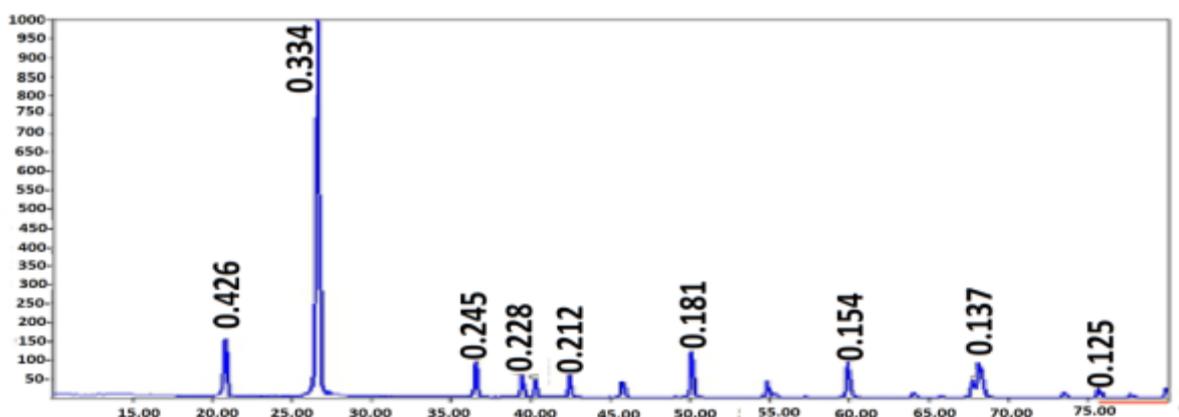
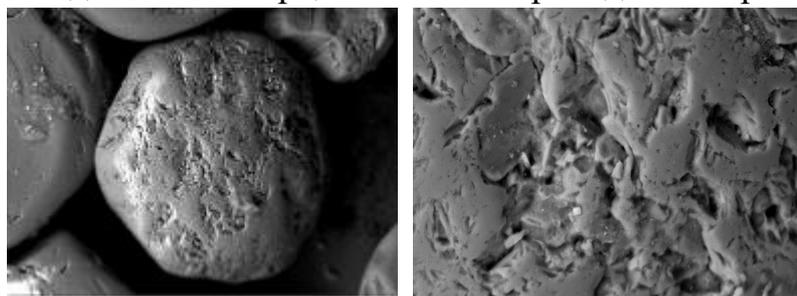


Рисунок 1. Рентгенограмма образца Тамдинского кварцевого песка

Дифференциально-термический анализ образца кварцевого песка показал, что при температуре 154°С наблюдается эндотермический эффект, соответствующий удалению адсорбционной воды, а при температуре 342°С - удалению кристаллически связанной воды. Эндотермический эффект при температуре 571°С связан с полиморфным переходом β-кварца из,334; 0,198; 0,167 нм, соответствующие альфа-кварцу, низкотемпературной модификации в другую модификацию. На кривой нагревания образцов обнаружены пять экзотермических эффектов. Экзотермические эффекты при температурах 203 и 468°С связаны с окислением и выгоранием органических веществ. Появление трех экзотермических эффектов при температурах 596, 652 и 824°С соответствует разложению исходной структуры кремнеземистых минералов.

Результаты электронно-микроскопического анализа образца Тамдинского кварцевого песка приведены на рис.2.



а

б

**Рисунок 2.
Электронно-микроскопические снимки образца исходного (а) и обожженного (б) Тамдинского кварцевого песка**

На снимках электронно-микроскопического исследования наблюдается плотная стеклоподобная структура, в исходном образце минерал кварц представлен зернами неправильной формы или короткими призмами. Поверхность кристаллов гладкая, края окатанные. Размеры кристаллов одинаковые и составляют около 150-200 микрон. Также наблюдается однородная структура агрегированных частиц при увеличении 10μ, а при увеличении 20μ видны отдельно окатанные зерна кварца.

Микрокремнезем является продукцией конденсации силикатной пыли сферической формы частиц и является побочным продуктом производства ферросилиция путем восстановления кварца в электродуговых печах. При этом в процессе выплавки кремниевых сплавов некоторая часть монооксида

кремния переходит в газообразное состояние и, подвергаясь окислению и конденсации, образует чрезвычайно мелкий продукт в виде шарообразных наночастиц с высоким содержанием аморфного кремнезема. В настоящее время такие наночастицы кремнезема, в частности микрокремнезем, применяют в качестве добавки с целью улучшения физико-механических и строительно-технических свойств цемента, бетона, стеновых и легковесных керамических материалов, в производстве стекол, а также огнеупорных материалов.

По данным рентгенофазового анализа он представлен преимущественно кремнеземом в рентгеноаморфном состоянии. Кристаллическая фаза присутствует в незначительном количестве и представлена кристаллическим кремнием с незначительной примесью карбида кремния. Термический анализ микрокремнезема показал, что в температурном интервале 50-375°C отмечается постепенное снижение массы, соответствующее удалению адсорбционно-связанной воды. В интервале температур 457-500°C наблюдается экзотермический эффект, с явно выраженным максимумом при температуре 496 °C, который, по-видимому, соответствует полиморфному превращению аморфного кремнезема.

Электронно-микроскопические снимки микрокремнезема (рис.3) показывают равномерно распространенные микрочастицы, которые более отчетливо наблюдаются в увеличении кратности до размеров частиц 20µm.

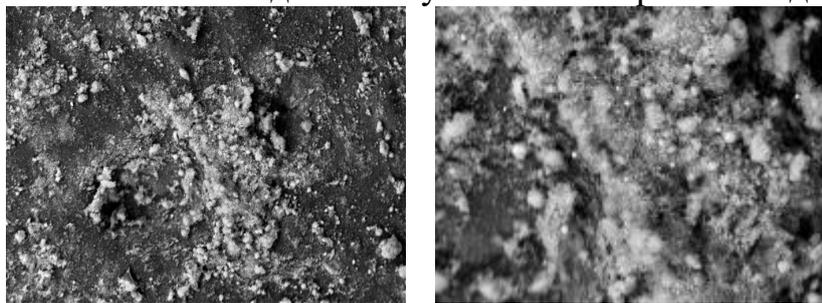


Рисунок 3.
Электронно-микроскопические снимки микрокремнезема АО «Узметкомбинат»

По результатам проведенных комплексных анализов установлено, что отходы микрокремнезема АО «Узметкомбинат» в основном находятся в аморфном состоянии и состоят из стеклофазы. Из результатов химического анализа образца (табл.1) видно, что микрокремнезем в основном состоит из оксида кремния, используемого в производстве стекла.

В процессе получения стекломатериалов в технологическом режиме используемые кварцевые пески подвергаются термической обработке при высоких температурах. Для исследования влияния различных температурных режимов на фазовые превращения опытные образцы Тамдинского кварцевого песка подвергали термообработке при температуре 750-1100 °C (рис.4). На рентгенограммах обожжённых образцов кварцевого песка при температурах 750-900°C наблюдаются дифракционные максимумы, характерные для высокотемпературного α-кварца. Также, наблюдается снижение интенсивности дифракционных максимумов межплоскостных расстояний в обожженных пробах при температуре 1000°C, о чем свидетельствуют полученные характерные эффекты α-кристобалита и менее

интенсивные максимумы, соответствующие α -кварцу.

При обжиге выше температуры 1100°C на рентгенограммах заметных изменений не происходит. Лишь появляется слабый эффект с межплоскостным расстоянием $0,406$ нм, свидетельствующий об образовании кристобалита. В данном процессе дифракционный максимум, характеризующий полевой шпат исчезает, следовательно, происходит начало его плавления. При повышении температуры до 1350°C начинается процесс расплавообразования агрегированных частиц кварца.

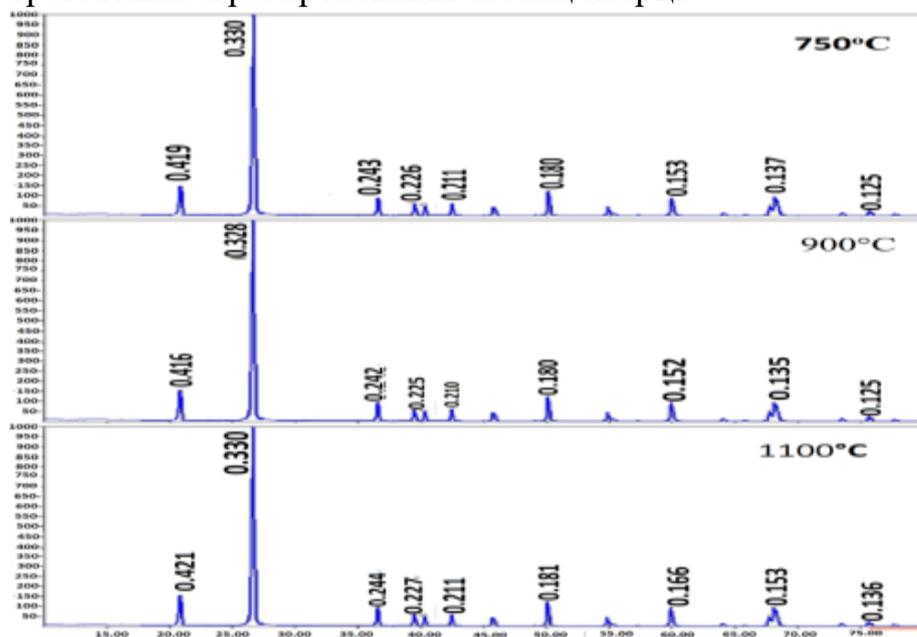


Рисунок 4. Рентгенограмма пробы образца Тамдинского кварцевого песка, термообработанного при температуре $750\text{-}1100^{\circ}\text{C}$

Результаты определения начала и конца температуры плавления образцов состава двойной системы «кварцевый песок Тамди – доломит Дехканабад» показали, что температуры плавления исходных компонентов двойной системы составляют для Тамдинского кварцевого песка - 1715°C и для Дехканабадского доломита - 2005°C .

Диаграмма состояния двойной системы «кварцевый песок Тамди-доломит Дехканабад», построенная на основе данных температуры плавления и рентгенофазового анализа образцов концентрационных составов, обожженных при высоких температурах, показывают, что при высоком содержании кварцевого песка Тамди до 80 мас.% в температурном интервале $1200\text{-}1460^{\circ}\text{C}$ в основном присутствует высокотемпературная форма кварца α -тридимит. При увеличении температуры обжига до $1480\text{-}1560^{\circ}\text{C}$ α -тридимит переходит в более высокотемпературную форму кварца α -кристоболит. При увеличении температуры обжига до 1580°C и выше смесь постепенно переходит в жидкую фазу с присутствием α -кристоболита. Увеличение количества доломита в составе массы приводит к образованию магнийсодержащих минералов, таких как мервинит ($\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$), мелилит ($\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$), диопсид ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), которые при $1480\text{-}1500^{\circ}\text{C}$ и выше переходят в жидкую фазу, содержащую соединения магния.

Исследование двойной системы **«кварцевый песок Тамди – кальцинированная сода»** показал, что при изменении температуры обжига фазовые превращения в концентрационных составах происходят совершенно по другому принципу. Следует отметить, что результаты определения влияния концентрационных составов на изменение температуры начала и конца плавления показали, что с увеличением содержания кварцевого песка в смеси вплоть до 70 мас.% (образцы ТСК-2 и ТСБ-7) температура плавления увеличивается всего до 950°C, хотя температура плавления Тамдинского кварцевого песка выше 1700°C. Это объясняется определением концентрационных областей стабильности новообразованных соединений в смеси и возникновением эвтектических точек. Из диаграммы фазовых соотношений двойной системы видно, что при соотношении компонентов кальцинированная сода : Тамдинский кварцевый песок в области соотношений 40:60 мас.%, начиная с температуры 900°C наблюдается образование жидкой фазы, содержащей $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$.

Термообработка двойной системы **«доломит-кальцинированная сода»** показала, что хотя температура плавления доломита находится в пределах 1950-2005°C, 20-30%-ная добавка кальцинированной соды резко снижает температуру начала и конца плавления до 1300-1100°C, а состав с соотношением компонентов сода:доломит 80:20 соответственно приводит к снижению температуры. Таким образом, установлено, что даже незначительное количество кальцинированной соды в смесях ощутимо влияет на снижение температуры варки стекломассы при получении стекольных материалов. Это явление сохраняется и в двойной системе **«доломит-микрокремнезем»**. Результаты показали, что хотя температура плавления исходных компонентов системы высокая, при концентрации микрокремнезема в смеси от 10 до 50% температура плавления снижается до 500-600°C. При этом в области температур 1320°C, при концентрации исходных компонентов 50:50 в двойной системе образуется эвтектическая точка, образуя минеральную фазу мелилита - $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$.

Из двойной диаграммы данной системы видно, что процесс образования минеральных фаз происходит аналогично, как и в системе **«доломит-кварцевый песок Тамди»**. В основном наблюдаются минералы мелилитового класса, а в области с максимальным содержанием доломита до 85 мас.% наблюдается присутствие твердого раствора состава $(\text{Ca},\text{Mg})\text{O}$. Следует отметить, что образование твердых растворов и минеральных фаз происходит при более низких температурах по сравнению с составами, где использован кварцевый песок вместо микрокремнезема. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что микрокремнезем является аморфным и дисперсным веществом и в процессах образования алюмосиликатных минералов проявляет более активное действие.

На основе проведенных исследований была построена диаграмма фазовых взаимоотношений тройной системы **«кварцевый песок Тамди-доломит Дехканабад-кальцинированная сода»** с указанием двойных политермических разрезов (рис.5). Установлено, что в доэвтектических

областей поверхности ликвидуса от стороны треугольника в основном образуется жидкая фаза с твердым раствором $\text{Ca}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}$ со стеклообразным расплавом на основе Тамдинского кварцевого песка. Рентгенофазовым анализом установлено, что характер расположения изотерм плавкости на тройной диаграмме на основе кварцевого песка, доломита и соды указывает на распространение процессов новообразований в область внутренних составов треугольника и образований кристаллических фаз минералов альфа-кварца, тридимита, кристобалита, диопсида, мелилита, мервинита, а также твердых растворов $\text{Ca}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}$ и натриевого жидкого стекла Na_2SiO_5 . В доэвтектических областях поверхности ликвидуса со стороны треугольника «кварцевый песок Тамди - кальцинированная сода» основной фазой является натриевое жидкое стекло Na_2SiO_5 и α -кристобалит.

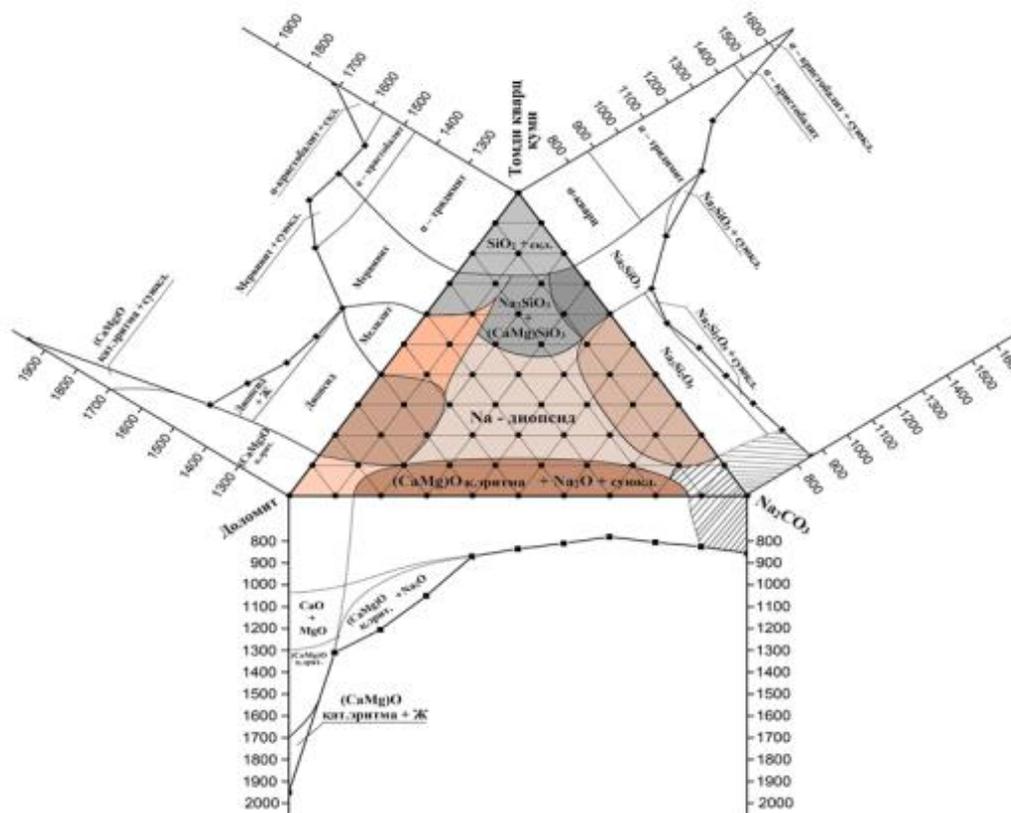


Рисунок 5. Диаграмма фазовых соотношений тройной системы «кварцевый песок Тамди-доломит Дехканабад-кальцинированная сода» с указанием двойных политермических разрезов

Таким образом, следует отметить, что для получения востребованных составов стекольных масс основными сырьевыми компонентами являются кварцевые пески, доломит и частично вводимая кальцинированная сода. Кроме того, на основе концентрационных составов данной диаграммы имеются возможности получения бесцветных стекольных материалов.

Исследование диаграммы фазовых взаимоотношений тройной системы «кварцевый песок Тамди-доломит Дехканабад-кальцинированная сода» с указанием двойных политермических разрезов показало, что на основе концентрационных составов тройной диаграммы синтезированы образцы цветных стекол с гаммой оттенков, начиная от темно-коричневого до светло-

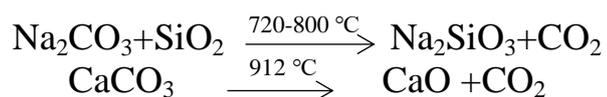
коричневого цвета, в зависимости от содержания микрокремнезема при замене кварцевого песка на микрокремнезем. В целом, образцы концентрационных составов данной тройной диаграммы способствуют получению стекол коричневого цвета для тарного стекла.

Таким образом, на основе полученных результатов проведенных исследований были составлены различные варианты рецептов стекольных масс для тарной стеклопосуды. В технологическом процессе варки стекломассы использованы научные подходы, учитывающие химико-минералогические характеристики исходных компонентов и методы варки при их спекании. В результате была определена область оптимальных составов стекольных масс на основе тройной системы, содержащей кварцевый песок, микрокремнезем, доломит и кальцинированная сода.

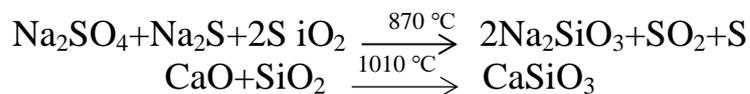
В четвертый главе диссертации **«Обсуждение результатов исследования и апробирование полученных стекольных образцов в производственных условиях»** приводятся результаты исследования по получению опытных образцов тарных стекол на основе Тамдинского кварцевого песка с необходимыми добавками. Разработаны составы образцов бесцветного стекольного расплава и цветных стекол с добавлением микрокремнезема. Известно, что для получения стеклоизделий большое значение имеет наличие и количество в сырьевых составах оксидов SiO_2 , MgO , Fe_2O_3 , CaO , Al_2O_3 , а при необходимости проводят его обогащение. Сырьевые материалы для производства стекла делятся на основные и вспомогательные компоненты: к основным компонентам относятся кварцевый песок SiO_2 ; сода Na_2CO_3 ; сульфат натрия Na_2SO_4 ; мел CaCO_3 ; доломит $\text{CaCO}_3+\text{MgCO}_3$ и при необходимости глинозем Al_2O_3 .

Поэтому проводили расчет состава стекломассы и готовили сырьевые компоненты в зависимости от вида и назначения конечного изделия. Доломит измельчали в щековой дробилке, также пропускали через магнитную сепарацию и сушили при температуре 100-120°C.

Готовое сырье дозируется взвешиванием согласно расчету компонентов шихты для получения стекольного расплава. Для этого готовый сырьевой состав стекломассы помещают в корундовые стаканы и помещают в печь для варки стекла. Подъем температуры печи проводится медленно согласно принятой технологии получаемого стеклоизделия. При варке стекломассы происходят следующие химические реакции: сначала происходит термическое разложение карбонатов:



Далее, происходит химический процесс образования силикатных минералов в виде сульфата натрия и волластонита.



Для стекол обычного состава образование силиката завершается в интервале температур 950-1150°C. Затем происходит процесс варки стекломассы, в котором химический процесс перехода образующихся силикатов происходит в жидком состоянии. Для стекол обычного состава стеклообразование завершается при температуре 1300-1450°C. Однако полученная стекломасса еще не пригодна для выработки. Она содержит пузырьки газов разного размера и неоднородна по химическому составу.

Поэтому проводят процесс **осветления** стекломассы, благодаря которому стекломасса освобождается от газовых включений. Обычно стекольная масса содержит в химически связанном виде около 18% газовых включений. Задача стекловарения на этапе осветления состоит в том, чтобы свести к минимуму или полностью удалить число пузырей в готовом стекле. Для стекол обычного состава стеклообразование завершается при температуре 1250-1500°C. Гомогенизация протекает одновременно с осветлением при температуре 1250-1550 °C.

Процесс **охлаждения или студка** является завершающим этапом стекловарения, в процессе которого температура стекломассы снижается на 300-400 °C до температуры, необходимой для формования стеклоизделий, и добиваются необходимой вязкости для выработки стекла.

Исходя из вышеуказанного приготовлены концентрационные составы стекольных шихт для получения тарного стекла и определена их температура начала и конца плавления (табл.2).

Таблица 2

Шихтовые составы и температура плавления опытных образцов

Образцы	Наименование и количество сырьевых компонентов мас. %					Температура плавления, Т °С		Интервал температуры Т, °С
	Кварц. песок	Микро-кремнезем	Доломит	Мел	Сода	Начало	Конец	
ТСК-1	50	10	13	7	20	1355	1438	83
ТСК-2	40	20	13	7	20	1352	1435	83
ТСК-3	30	30	13	7	20	1350	1430	80
ТСК-4	20	40	13	7	20	1348	1427	79
ТСК-5	10	50	13	7	20	1343	1415	72
ТСК-6	-	60	13	7	20	1340	1410	70
ТСБ-7	60	-	13	7	20	1365	1445	80

При этом следует отметить, что варка стекла потребляет большое количество энергии, поэтому необходимо определить оптимальное значение температуры варки стекломассы. Определение температуры плавления исследуемых составов показало, что составы с добавкой микрокремнезема имеют более низкую температуру плавления по сравнению с производственными составами.

Для варки стекла из опытных составов, приготовленные шихтовые смеси тщательно перемешивали в фарфоровой мельнице и обжигали в силитовой печи. Время подъема температуры составило 8 часов, с

увеличением на 200°С каждый час. Расплав стекломассы образовался при 1350°С, для получения однородной стекломассы температуру повысили до 1450°С и при этой температуре выдерживали 30 мин. Расплавленную стекломассу заливали в металлические формы. Для предотвращения внутренних усилий, в виде напряжений в структуре стекольного образца, проводили отжиг при температуре 450°С.

Для исследования процесса стеклообразования и свойств образца бесцветного стекла на основе Тамдинского кварцевого песка с необходимыми добавками и без микрокремнезема был приготовлен шихтовый состав стекломассы. Процесс варки стекломассы проводили по вышеописанному методу. В результате были получены образцы прозрачного стекла без внутренних и внешних пузырьков и трещин.

Для определения влияния частичной или полной замены природного кварцевого песка, в частности Тамдинского кварцевого песка, на микрокремнезем – отход производства ферросилиция АО «Узметкомбинат» на технологические характеристики стекла был приготовлен ряд образцов на основе сырьевых составов с добавкой микрокремнезема в количестве от 10 до 60 мас.%. Технологический процесс подготовки сырьевой шихты, обжиг и отжиг также проводили по вышеописанному классическому методу.



Рисунок 6. Фотографии опытных образцов стекол на основе Тамдинского кварцевого песка с различным содержанием микрокремнезема

Результаты проведенных исследований (рис.5) показали, что добавка микрокремнезема существенно влияет на изменение цвета стекломассы от светло коричневого (10 мас.% микрокремнезема) до черного цвета (60 мас.% микрокремнезема).

Результаты определения физических характеристик разработанных цветных стекольных образцов (табл.3) показывают, что значение физических

свойств находятся в пределах допустимых норм согласно действующим стандартам.

Таблица 3

Физические свойства образцов стекол разработанных опытных составов

Наименование стекла	Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) $\times 10^7$ /град в интервале 20-400°C, не более	Плотность, г/см ³	Общее светопропускание, % (на толщину образца 3mm) в области спектра, nm		
			400-700	520-560	540-560
По стандарту (O'z Dst 2439:2012). Коричневое (КТ) и бесцветное (БТ) стекло					
КТ	95,0	2,48-2,53	-	-	15-60
БТ-1, БТ-2	92,0	2,48- 2,52	80,0 не менее	-	-
Опытные образцы коричневого и бесцветного стекла					
ТСК-1	94,3	2,49	-	-	53
ТСК-2	94,0	2,49	-	-	45
ТСК-3	94,0	2,50	-	-	38
ТСК-4	94,0	2,50	-	-	32
ТСК-5	93,8	2,51	-	-	24
ТСК-6	93,5	2,52	-	-	22
ТСБ-7	91,0	2,49	87	-	-

Проведенные исследования показали, что изменение цветовой гаммы пропорционально зависит от содержания добавки микрокремнезема. Так как при увеличении его содержания в составе стекломассы соответственно увеличивается и содержание железа, то стекломасса приобретает темную окраску (табл.4).

Таблица 4

Результаты химического анализа опытных образцов стекла

Образцы		Содержание оксидов в мас., %				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Na ₂ O+K ₂ O
По стандарту (O'zDSt 2439:2012) марка стекол						
Коричневый	КТ	68.6-73.6	1.8-4.8	0.5 не более	9.5-12.5	13.4-15.2
	БТ-1	73.5-69.5	3.5-1.2	0.2 не более	9.5-12.5	13-15
Бесцветный	БТ-2	71-73	0.8-2	0.2 не более	11.7-13.3	12.4-14
Опытные образцы коричневого и бесцветного стекла						
	ТСК-1	73,3	1,57	0,18	10,18	14,82
	ТСК-2	72,6	1,31	0,26	11,13	14,70
	ТСК-3	69,6	1,18	0,34	13,63	15,25
	ТСК-4	71,4	1,48	0,47	12,30	14,35
	ТСК-5	70,1	1,73	0,5	12,28	15,39
	ТСК-6	69,5	1,9	0,55	13,32	14,73
	ТСБ-7	73,4	0,8	0,11	11,18	14,51

Результаты анализа химического состава всех опытных образцов стекол (табл.4) показали, что они соответствуют требованиям существующих стандартов - ГОСТ 5717.1-2014 и O'zDSt 2439:2012.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен критический анализ и обобщены результаты исследований, имеющиеся в научно-технических источниках опубликованных работ по вопросам высокотемпературных процессов стеклообразования, физико-химических и специфических свойств стекольных материалов, в частности хозяйственно-бытового назначения - тарного стекла, их широкой классификации.
2. Изучены химико-минералогические, гранулометрические составы, физико-химические характеристики кварцевых песков Тамдинского, доломитов Дехканабадского месторождений, микрокремнезема - отхода производства ферросилиция АО «Узметкомбинат», соды Кунградского содового завода, сульфата натрия - отхода химической промышленности и опытных стекольных образцов на их основе с использованием методов физико-химического анализа и классических методов стекольной технологии.
3. Исследованы высокотемпературные процессы в исходных компонентах стекломассы и установлено, что процесс спекания сопровождается фазовыми превращениями исходного кварца, в виде минералов α -кварца, тридимита и кристобалита, а также алюмосиликатных минералов.
4. Разработаны компонентные составы для стекольных масс и исследованы физико-химические процессы стеклообразования на основе композиции Тамдинского кварцевого песка, Дехканабадского доломита, микрокремнезема. Построены диаграммы фазовых соотношений двойных систем «кварцевый песок-доломит», «кварцевый песок-сода» и «доломит-сода», «микрокремнезем-доломит», «микрокремнезем-сода».
5. Построены диаграммы фазовых соотношений тройных систем «кварцевый песок/микрокремнезем-доломит-сода» с политермическими разрезами и определена область стеклообразования для получения тарного стекла.
6. Получены образцы бесцветного стекольного расплава, а также образцы цветных стекол с добавлением микрокремнезема. Установлено, что при замене кварцевого песка на микрокремнезем от 10 до 60 мас. %, температура стеклообразования снижается на 60-90°C, и цветовая палитра стекольного расплава меняется, начиная от светло коричневого до черного цвета.
7. Результаты исследований по синтезу и определению специфических характеристик, полученных стекольных образцов, апробированы путем опытно-производственных испытаний. Установлено, что показатели синтезированных образцов бесцветных и цветных стекол вполне соответствуют действующим требованиям установленных стандартов.
8. Показано, что полученные научные результаты могут быть использованы в качестве справочного материала по физико-химическому исследованию высокотемпературных процессов стеклообразования и фазовых превращений при получении стекольных материалов на основе отечественных сырьевых компонентов и будут способствовать расширению сырьевой базы, решая проблему экономики и экологии.

**ON-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC
DEGREE DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY

AKHMADJANOV AKRAM ABDUHAKIMOVICH

**FEATURES OF GLASS FORMATION PROCESSES IN “QUARTZ SAND-
MISCILICA” COMPOSITIONS, SYNTHESIS OF CLEAR AND
COLORED GLASS**

02.00.15 - Technology of silicate and refractory non-metallic materials

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

Tashkent-2024

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission the Ministry of higher education, science and innavations of the Republic of Uzbekistan in number B2023.4.PhD/K.710

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific website page of the Scientific Council www.ionx.uz and on the information of "ZiyoNet" Information and educational portal www.ziynet.uz

Scientific adviser:

Kadyrova Zulaykho Raimovna
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Yunusov Mirdjalil Yusupovich
doctor of technical sciences, professor

Rumi Marina Khristaforovna
candidate of chemical sciences

Lead organization:

Karakalpak State University named after Berdak

The defense of the thesis will take place May "22" 2024 at 14⁰⁰ hours at a meeting of the DSc Scientific Council DSc.02/05.05.2023K/T.35.02 at the Institute of General and Inorganic Chemistry at the address: (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek St., 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz.)

The dissertation can be found at the information and resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry (indicated under the number 20). (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz.)

The abstract of the dissertation was sent out May "08" 2024.
(registry of the mailing protocol №20 dated May" 08" 2024.)



N.H. Usanbaev
Chairman of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences

J.S. Shukurov
Scientific secretary of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences

Sh.S. Namazov
Chairman of a one-time scientific seminar
with a one-time scientific council for the award
scientific degree, doctor of Technical Sciences, prof., academician

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The purpose of the research is to establish the characteristics of glass formation processes in the compositions “Tomda quartz sand-microsilica”, the synthesis of transparent and colored glass.

The object of the study is Tamda quartz sands, Dekhkanabad dolomite, microsilica of Uzmetkombinat JSC and synthesized glass prototypes.

The scientific novelty of the study is as follows:

the possibility of using quartz sand from the Tamdi deposit, microsilica waste from Uzmetkombinat JSC, and Dekhkanabad dolomite for the synthesis of glasses for various purposes has been substantiated;

the features of the formation of glass melt during low-temperature melting and phase transitions into polymorphic forms of silica from it were determined;

the physico-chemical processes of glass formation and the laws of phase interaction of binary systems “quartz sand-dolomite”, “quartz sand-soda”, “dolomite-soda”, “microsilica-dolomite”, “microsilica-soda” are substantiated;

new compositions of glass samples based on the ternary systems “quartz sand-dolomite-soda” and “microsilica-dolomite-soda” were synthesized and the optimal parameters for obtaining colorless as well as colored glass samples with a different range of shades were determined when replacing quartz sand with microsilica;

the functional dependence “composition-structure-property” of glass melt on the melting temperature using microsilica was established and the areas of optimal glass composition and eutectic melting point points in the studied ternary systems were determined.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the study of glass formation processes with the determination of the physicochemical and specific properties of synthesized glasses obtained from Tamdinsky quartz sands and microsilica with flux-forming additives:

The obtained scientific results on the study of high-temperature solid-phase reactions, phase transitions during the formation of glass melt in double and ternary systems based on quartz sand, microsilica, dolomite, were used as reference material when carrying out research on the budget topic “Development of energy- and resource-saving compositions and production technologies silicate and functional materials for construction and technical purposes” (Reference No. 4/1255-107 of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated January 17, 2024). As a result, it was possible to obtain scientifically based, fundamental information about glass formation processes at low temperatures;

the developed composition of the glass mass based on non-traditional high-silica raw materials is included in the list of promising developments being implemented by “ASL OYNA” LLC in 2024-2025 (Reference No. 05/15-198 of the “Uzsanoatkurilishmateriallari” Association dated January 26, 2024), which results in the possibility of obtaining popular glass products for container purposes.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 106 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Akhmadjonov A.A., Kadyrova Z.R., Usmanov Kh.L. Quartz sands of the tamdinskoe deposit: Promising raw material for glass production // Glass and Ceramics. 2022. Vol.79, № 7-8, P. 257-261. Scopus (3), IF-0,251.
2. Ахмаджонов А.А., Кадырова З.Р. Перспективные кварцевые пески новых месторождений // Узбекский химический журнал. 2022. №4. С.43-48. (02.00.00. №6).
3. Akhmadjonov A.A., Kadyrova Z.R., Tuimetov B.SH. Glass synthesis based on a composition “Quartz sand-dolomite-micro silica” // Science and Education in Karakalpakstan. 2022, №2/1, P.64-67. (02.00.00. №6).
4. Akhmadjonov A.A., Kadyrova Z.R., Anvarov A.B. The replacement of quartz sand with microsilica for obtaining glass materials // International Journal of Current Science Research and Review. 2023. Vol.06, P.5940-5944. SJIF (23), IF-6,78.
5. Akhmadjonov A.A., Niyazova Sh.M., Kadyrova Z.R., Usmanov Kh.L., Khomidov F.G., Kodirova U.A. The Chemical and Mineralogical Studies of Microsilica for Obtaining Silicate Materials // Ra Journal of Applied Research. 2023. Vol.09, P.461-465. SJIF (23), IF-8,17.
6. Anvarov A.B., Kadyrova Z.R., Akhmadjonov A.A. Enriching quartz sand of Oynakum and determing suitdbility for glass production // Узбекский химический журнал. 2023. №3, С.70-75. (02.00.00. №6).

II бўлим (II часть; part II)

7. Kadyrova Z.R., Usmanov Kh.L., Eminov A.A., Pirmatov R.X., Akhmadjonov A.A. Change to density of the refractory material dependencies from times formation component. IX Межд. науч. - техн. конф.: “Достижения проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса”, г. Навои, 12-14 июнь 2017 г., С.312.
8. Ахмаджонов А.А., Усманов Х.Л., Ниязова Ш.М. Использование микрокремнезема в производстве стеклообразных материалов. Труды XXIV Межд. симпозиума “Проблемы геологии и освоения недр”, Томск. 2020. Том II, С.326-329.
9. Ахмаджонов А.А., Усманов Х.Л. Перспективности кварцевых песков новых месторождений в производстве стекла. Труды XXV Межд. симпозиума “Проблемы геологии и освоения недр”, Томск. 2021. Том II, С.302-304.
10. Кадырова З.Р., Ахмаджонов А.А., Усманов Х.Л., Ниязова Ш.М. Микрокремнеземнинг шиша ишлаб чиқаришга яроқлилиги. Инновацион курилиш материаллари ишлаб чиқаришни ривожлантиришнинг долзарб

- муаммолари ва ечимлари мавзусидаги Респ. анж. материаллар тўплами, Тошкент ш., 25 декабрь 2020 йил. 2021, 238-239 бетлар.
11. Kadyrova Z.R., Akhmadjonov A.A., Khomidov F.G. Quartz sands of Tomdi perspective raw materials for the production of glasses. “Махаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар” мавзусидаги Респ. илмий-техник анжуман. матер. тўпл., Урганч, 19-20 апрель 2021 йил. 2021, 2-жилд, 396-397 бетлар.
 12. Ахмаджонов А.А. Шиша ишлаб чиқаришда иккиламчи хомашё ресурсларидан фойдаланиш. “Кимё ва кимёвий технология йўналишидаги долзарб муаммолар” Респ. миқёсидаги ёш олимлар учун ташкил этилаётган онлаён илмий-амалий анжуман. матер. тўпл., Тошкент ш., 2021 йил 20-21 декабр. 2021, 387-388 бетлар.
 13. Akhmadjonov A.A., Kadyrova Z.R. Physical and Chemical Characteristics of Microsilica Formed During Ferrosilicon Smelting // Aspects in Mining and Mineral science. 2022. Vol.9, Iss.5, P.1070-1073.
 14. Ахмаджонов А.А., Кадырова З.Р., Усманов Х.Л. Кварцевые пески Тамдинского месторождения – перспективное сырьё для получения стекла // Стекло и керамика. 2022. Т.95, №7, С.15-21.
 15. Ахмаджонов А.А. Физико-химическое исследование кварцевых песков Тамдинского месторождения. Межд. науч. – практ. конф. “Интеграция науки. Образования и производства – залог прогресса и процветания”, г. Навои, 9-10 июнь, 2022 г. 2022, Т.1, С.73-75.
 16. Кадырова З.Р., Усманов Х.Л., Бабаев З.К., Ахмаджонов А.А. Кварцевые пески Томдинского месторождения – новый сырьевой материал для получение стекол. II- Респ. науч.-практ. конф. “Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов”, г.Тошкент, 2022 г. 19-20 январь, 2022, С.252-254.
 17. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Ахмаджонов А.А., Юнусова Ф.Р. Шиша чиқиндиларидан қайта фойдаланишда “Омихта: чиқинди” нисбатларини махсулотнинг физик-кимёвий хоссаларига таъсири. II- Респ. науч. - практ. конф. “Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов”, г. Тошкент, 2022 г. 19-20 январь, 2022, С.235-238.
 18. Qodirova Z.R., Anvarov A.B., Akhmadjonov A.A. Ustyurt gaz-kimyoy majmuasi glinazemli chiqindilarini shisha tara ishlab chiqarishga yaroqliligi. “Fan va texnika kelajagini shakllantirish” mavzusidagi Xalqaro Inn. Insaytlar haftaligi materiallari to’plami. Toshkent sh. 2023. 83-84 betlar.
 19. Адинаев.Х.А., Кадырова З.Р., Ахмаджонов А.А., Анваров А.Б. Ўзбекистон жанубий минтақасидаги кварц кумларининг шиша ишлаб чиқаришдаги имкониятлари. Мат. Межд. науч.-техн. конференции “Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана”, Ташкент ш. 2023, С.210-211.

Автореферат «Ўзбекистон кимё» журналі таҳририяида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» garniturası.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog'i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma № 28/24.

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