

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/30.12.2019 К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ БИРМАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УРГАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**БАБАЕВ ЗАБИБУЛЛА КАМИЛОВИЧ**

**ОРОЛБЎЙИ НООРГАНИК КЕЛИБ ЧИҚИШЛИ ХОМАШЁ  
РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИКЛАРИ ВА  
УЛАР АСОСИДА ШИША БУЮМЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.13-Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фан доктори (DSc) диссертацияси авторефератимундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)**

**Content of the abstract of dissertation doctor of science (DSc)**

**Бабаев Забибулла Камилевич**

Оролбўйи ноорганик келиб чиқишли хомашё ресурсларидан  
фойдаланишнинг ўзига хосликлари ва улар асосида шиша буюмлар олиш  
технологияси.....3

**Бабаев Забибулла Камилевич**

Особенности использования сырьевых ресурсов неорганического  
происхождения Приаральяи технология получения стеклоизделий на их  
основе .....29

**Babaev Zabibulla Kamilovich**

Features of the use of raw materials of inorganic origin in the Aral Sea region and  
the technology of obtaining glass products on their basis.....55

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....59

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/30.12.2019 К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ БИРМАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УРГАНЧ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**БАБАЕВ ЗАБИБУЛЛА КАМИЛОВИЧ**

**ОРОЛБЎЙИ НООРГАНИК КЕЛИБ ЧИҚИШЛИ ХОМАШЁ  
РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ЎЗИГА ХОСЛИКЛАРИ ВА  
УЛАР АСОСИДА ШИША БУЮМЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.13-Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.2.DSc/T20 рақами билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Урганч давлат университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.ionx.uz](http://www.ionx.uz)) ҳамда «Ziynet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчилар:**

**Жуманиязов Махсуд Жаббиевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Юнусов Миржалил Юсупович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Мирзакулов Холғура Чориевич**  
техника фанлари доктори, профессор,

**Реймов Аҳмед Мамбеткаримович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Эминов Ашрап Маъмурович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Навоний давлат қончилик институти**

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2021\_йил «23» ноябрь соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77а. Тел. (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

Докторлик диссертацияси билан Умумий ва ноорганик кимё институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (13 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77а. Тел. (99871) 262-56-60; факс: (99871)262-79-90.

Диссертация автореферати 2021 йил « 10 »ноябрь кунин тарқатилган.  
(2021 йил «10»ноябрь № 13 рақамли реестр баённомаси).



**Б.С. Закиров**

Илмий даража берувчи бир марталик  
Илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

**Д.С. Салиханова**

Илмий даража берувчи бир марталик  
Илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

**Ш.С. Намазов**

Илмий даража берувчи Илмий кенгаш қошидаги  
бир марталик илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор, академик

## КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Дунё миқёсида ноорганик материаллар ишлаб чиқаришда хомашё ва техноген ресурсларни бойитиш технологияларини ишлаб чиқиш ва таннархи арзон, сифат кўрсаткичлари юқори маҳсулотлар ишлаб чиқарилишига катта эътибор билан қаралмоқда. Бунда қўлланилаётган хомашёларнинг сифат кўрсаткичлари асосий омил деб қаралиб, бу хусусияти юқори хомашёлар захираларининг камайиб бориши, янги кон хомашёларининг сифат кўрсаткичлари меъёр талабларига мос келмаслиги қайд қилинмоқда. Хомашё ресурслари асосида ишлаб чиқарилаётган шиша маҳсулотлари дунё миқёсида муҳим саноат тармоқларининг бирига айланиб бормоқда ва бир қатор ишлаб чиқариш соҳаларининг ривожланишини белгилаб бермоқда. Шундан келиб чиқиб, ноорганик ва техноген хомашёлардан бойитиш технологияларидан фойдаланиб олинган концентратлар асосида шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги кунда жаҳонда сифати юқори бўлмаган хомашёлар ва техноген чиқиндиларни бойитиш, ноорганик материаллар ишлаб чиқаришдаги технологик жараёнларни жадаллаштириш ҳамда уларнинг хосса ва хусусиятларини яхшилаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада шиша маҳсулотлари ишлаб чиқаришда ҳам юқори шаффофликка эга бўлган шишалар олиш, янги самарали таркибларни ишлаб чиқиш, энергия ва ресурстежамкор инновацион технологияларни жорий қилишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамызда юқори шаффофликка эга шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун зарур бўлган кварц кумлари маҳаллий хомашёлардан олиш, уларни таркибини бойитиш уларни қайта ишлаб давлат андозаларига жавоб бера оладиган маҳсулотлар олиш борасида муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг мамлакатни янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясида «Маҳаллий хомашёни чуқур қайта ишлашга асосланган юқори қўшимча қийматли маҳсулот ва технологияларнинг янги турларини ишлаб чиқариш, шу асосда ички ва ташқи бозорларда маҳаллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш»<sup>1</sup> юзасидан муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, маҳаллий хомашёларни механик ва электрофизик усуллар комбинацияларини қўллаб бойитиш ва улардан шиша маҳсулотлари олиш жараёнларини амалга ошириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265 сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий

---

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

жозибаторлигини ошириш чора тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335 сонли «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги Қарорлари ва ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий- тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.** Ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларини бойитиш ва улар асосида шиша маҳсулотлари олишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Massachusetts Institute of Technology (MIT, (АҚШ) ), University of Cambridge (Буюк Британия), Université de Paris (Франция), University of Science and Technology of China, (Хитой), Riga Technical University (Латвия), Technische Universität München (Германия), Белоруссия давлат технологиялари университети (Белоруссия), Д.И. Менделеев номидаги Россия кимё-технология университети(РКТУ (Россия)), М.Авезов номидаги Жанубий Қозоғистон технология университети, Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент кимё-технология институти ва Урганч давлат университети (Ўзбекистон) каби муассасаларда олиб борилмоқда.

Таркибида темир оксидлари бор бўлган кварц кумларини бойитиш, саноат чиқиндиларини қайта ишлаш технологияларини ишлаб чиқиш ва улар асосида шаффоф ва рангли шишалар таркибларини яратишга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: шиша идишлар ва маиший хўжалик буюмлари ҳамда шиша эмаллар олиш технологиялари ишлаб чиқилган (РКТУ, (Россия)), ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларини бойитишнинг ва улардан товар маҳсулотлари олишнинг мақбул параметрлари ишлаб чиқилган (Massachusetts Institute of Technology (MIT, (АҚШ)), шишанинг сифат кўрсаткичларига таъсир қилувчи омиллар аниқланган ва оксидланиш-қайтарилиш потенциалини бошқариш ҳисобига шаффоф шишалар олишга эришилган (Белоруссия давлат технологиялари университети, (Белоруссия)), шиша маҳсулотлари олишда янги тур модификаторларни қўллаш ҳисобига унинг хоссаларини яхшилаш аниқланган (University of Science and Technology of China, (Хитой)).

Дунёда ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларини қайта ишлаб, шиша маҳсулотлари олиш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: табиий хомашёлардан унумли фойдаланиш ва тежаш, маҳсулот олиш жараёнига техноген чиқиндиларини

---

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: <https://www.mirstekla-expo.ru>, <https://www.glass.org>, <https://glassmanufacturers.net/>, <http://www.lattimer.com> <https://> ва бошқа ҳаволалар.

қўллаш, шиша қайнатиш жараёнида ҳароратни пасайтириш ва вақтини қисқартириш орқали энергия тежамкорлигига эришиш, маҳсулот сифатини ҳамда ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш, маҳсулот таннархини пасайтириш, маҳсулоти шиша турлари ва технологияларини ўзлаштириш кабилар.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси:** Диссертация ишида кўриб чиқиладиган масалалар йўналишида W. Dusdorf, M. Dehler, S. Jung, M.A.Hampton, M.Kovacs, Бобкова Н.М., Минько Н.И., Саркисов П.Д., Артамонова М.В., Гулоян М.Ю., Мелконян Р. Г., Аппен А.А., Казьмина О. В., Верещагин В. И., Субботин К. Ю., Манеевич В.Е., Киян В.И., Жернова Н.Ф., Ковальченко Н.А., Исматов А.А., Сиражиддинов Н.А., Касимова С.С., Эркаходжаева А.П., Кадирова З. Р., Юнусов М.Ю., Арипова М.Н., Эминов А.М., Мирзакулов Х.Ч., Жуманиязов М.Ж., Шамшидинов И.Т., И.И. Усманов, О.С. Бобоқулова ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Бу борада минерал хомашёларни бойитиш ва улар асосида сифат кўрсаткичлари юқори бўлган ноорганик материаллар, шиша идишлар, майший хўжалик шишаси, қурилиш ва транспортбоп шиша ҳамда шиша эмаллар олиниб, уларнинг эксплуатацион хусусиятлари ўрганилган, маҳсулот олиш жараёнига турли омилларнинг таъсири аниқланган, бойитиб олинган концентратларнинг маҳсулот сифатига ва технологик жараёнга таъсири ўрганилиб турли маҳсулотлар олинган, шиша таркибига киритиладиган модификаторларнинг таъсир механизмлари ўрганилган ва улардан ранг берувчи, шиша қайнатиш жараёнини жадаллаштирувчи, шиша массасини тиниқлаштирувчилар сифатида фойдаланиш таклиф этилган.

Шу билан бирга замонавий физик-кимёвий тадқиқотларни қўллаб сифати паст ноорганик хомашёларни бойитишнинг самарали технологияларини жорий қилиш, саноат чиқиндиларини қайта ишлаб яроқли маҳсулот даражасигача келтириш имкониятлари мавжудлиги лаборатория тадқиқотларида исботланган, аммо бу соҳада бир қатор етарли даражада ўрганилмаган ва тўлалигича ёритилмаган муаммолар мавжуд. Шунингдек, шиша маҳсулотлари олишда саноат чиқиндиларидан фойдаланиш натижасида қайнаш жараёнини жадаллаштириш масалаларига кам эътибор қаратилган. Рангли шишалар олишда саноат чиқиндиларини қўллаш ҳисобига ҳам ижобий натижаларга эришиш мумкинлиги етарли даражада ўрганилиб чиқилмаган, ўз навбатида ушбу диссертация иши юқоридаги муаммоларни ҳал қилишга бағишланган илмий изланишдир.

**Диссертация мавзуси диссертация бажариладиган илмий тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқотлари Урганч давлат университетининг илмий тадқиқот ишлари режасига мувофиқ «Минерал хомашёлар ва саноат чиқиндилари асосида халқ хўжалиги маҳсулотларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш», «Маҳаллий хомашёлар ва саноат чиқиндилари асосида метал юзалар учун шиша эмаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» номли амалий ва «Янгиариқ кони қумлари асосида рангли шишалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» номли инновацион лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Оролбўйи ноорганик хомашёларининг ўзига хослигидан келиб чиқиб фойдаланишнинг илмий-амалий асослари ҳамда улар асосида шиша маҳсулотлари олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Хўжақўл ва Янгиариқ конлари каолинлашган ва дала шпатли кварц кумларини кимёвий, минерал ва донадорлик таркибларини ўрганиш, уларни таркибидаги минерал қўшимчаларнинг хусусиятларидан келиб чиқиб бойитиш технологияларини ишлаб чиқиш;

шиша таркибига махсус ингредиентларни киритиш мақсадида мамлакатимиздаги табиий газни қайта ишлашда ҳосил бўлаётган глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), металлургия саноатидаги кобальтли ва кўрғошин жинсини бойитишдаги (Олмалиқ ТКМК) чиқиндиларнинг кимёвий таркиби ва физик-механик хоссаларини ўрганиш ҳамда уларни шиша олишга яроқлилигини баҳолаш, улардан яроқли маҳсулотлар олиш мақсадида бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш;

Тумрюк кони мирабилитли аралаш тузларнинг кимёвий, минерал, донадорлик таркибларини ҳамда физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш, уни шиша маҳсулотлари олишга яроқлилигини баҳолаш ва яроқли маҳсулот олиш мақсадида бойитиш технологиясини тадқиқ қилиш;

шиша идишлар, маиший шиша буюмлари ва эмаллар олишда глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), кобальтли ва кўрғошин жинсини бойитишдаги (Олмалиқ ТКМК) чиқиндиларидан фойдаланишнинг мақбул параметрларини аниқлаш, шиша намуналарини олиш ва уларнинг кимёвий, физик-механик хоссаларини ўрганиш;

Оролбўйи ноорганик минерал хомашё ресурсларидан фойдаланиб шишалар олиш учун мақбул таркибларни ишлаб чиқиш, уларнинг физик-кимёвий, механик хоссаларини ва тузилишини ўрганиш, шиша идишлар, маиший хўжалик буюмлари ҳамда эмаллар олишнинг такомиллашган технологияларини ишлаб чиқиш;

Олинган натижаларни саноат миқёсида жорий қилиш ва ишлаб чиқилган технологиялар самарадорлигини асослаб бериш.

**Тадқиқот объекти** сифатида Хўжақўл конининг каолинлашган ва Янгиариқ конининг дала шпатли кварц кумлари, Тумрюк кони мирабилитли тузлар аралашмаси, глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), кобальтли ва кўрғошин жинсини бойитишдаги (Олмалиқ ТКМК) чиқиндилари, улар асосидаги шиша таркиблари олинган.

**Тадқиқот предмети**ни каолинлашган ва дала шпатли кварц кумларини ҳамда мирабилитли тузлар аралашмаси, глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), кобальтли ва кўрғошин жинсини бойитишдаги (Олмалиқ ТКМК) чиқиндиларни бойитиш усуллари, шиша маҳсулотлари олиш жараёнининг физик-кимёвий асослари ва технологияси ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида кимёвий, рентгенофазази, электрон-микроскопик, ИҚ- спектроскопик, дифференциал-термик, ЭПР таҳлили усуллари, булардан ташқари маҳсулотларнинг физик-

механик, технологик ва эксплуатацион хусусиятларини аниқлашда стандартлаштирилган синов услубларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Хўжақўл конининг каолинлашган ва Янгиариқ конининг дала шпатли кварц кумларининг кимёвий, минералогик ва донадорлик таркиби асосида реагентли бойитиш жараёни асосланган ва каолинлашган кум асосида  $\text{SiO}_2$  миқдори 97,8 % ва  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  миқдори 0,05 % бўлган шаффоф шишалар олиш учун яроқли ВС-050-2 русумдаги ва кварц- дала шпатли кумлари асосида  $\text{SiO}_2$  миқдори 95,6 % ва  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  миқдори 0,10 % бўлган ярим шаффоф шишалар олиш учун яроқли ПБ-100-2 русумдаги концентрат олиш мумкинлиги аниқланган;

Тумрюк кони мирабилитли шиша олишга яроқсиз аралаш тузларнинг селектив қазиб олиш, бойитиш орқали яроқли бўлган стандарт талабларига мос келувчи, таркибида натрий сульфат миқдори - 97,90; минерал моддалар- 1,00; галит- 0,50; гипс- 0,06; эпсомит- 0,03;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,003; к.к.м.-0,5 бўлган 2-навли товар маҳсулот олиш мумкинлиги исботланган;

саноат чиқиндилари бўлган глинозёмли, кобальтли ва кўрғошин чиқиндиларини комплекс қайта ишлаб, сифатли шишалар олишга яроқли бўлган маҳсулотлар олиш имкониятлари исботланган;

Оролбўйи ноорганик хомашё ресурсларидан фойдаланиб шишалар олиш учун  $\text{R}_2\text{O}-\text{R}'\text{O}-\text{R}''_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  (бунда: R – Na, K; R' – Mg, Ca, Ba; R'' – B, Al) тизимида мақбул таркиблар асосида шиша идишлар, маиший хўжалик буюмлари ҳамда шиша эмаллар олишнинг такомиллашган технологиялари яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Хўжақўл конининг каолинлашган ва Янгиариқ конининг дала шпатли кварц кумлари, Тумрюк кони мирабилитли аралаш тузлари ва глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), кобальтли ва кўрғошин жинсини бойитишдаги (Олмалик ТКМК) чиқиндиларини бойитиш ҳисобига яроқли маҳсулотлар олишнинг технологиялари ишлаб чиқилган ва улардан фойдаланиб шиша маҳсулотлари олиш технологияси яратилган;

шиша идишлари ва маиший хўжалик шиша буюмлари ҳамда шиша эмаллар олишда саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, шиша олиш жараёнини жадаллаштириш ва маҳсулот таннархини камайтириш имкониятлари мавжудлиги исботланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** олинган натижалар таҳлилида фойдаланилган кимёвий (аналитик кимё) ва физик-кимёвий (рентгенфаза, дифференциал-термик, электрон-микроскопик, ИҚ-спектроскопик ва электрон-парамагнит резонанси) таҳлил усуллари натижалари кенг қамровда тажриба-саноат синовларидан ўтказилганлиги ва ишлаб чиқаришга жорий қилинганлиги билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Оролбўйи ноорганик хомашёлари ва саноат чиқиндиларини бойитиш технологияларини жорий қилиш ҳисобига улардан фойдаланиб саноатбоп шиша маҳсулотлари олиш учун шиша таркиблари

ишлаб чиқилганлиги, юқоридаги минерал хомшәлар ва саноат чиқиндиларининг мақбул комбинация ва нисбатларини тадқиқ қилишнинг янги, аввал маълум бўлмаган назарий ва илмий-амалий натижалари «Ноорганик моддалар технологияси» ва «Шиша материаллари технологияси» фанларига маълум даражада ўз ҳиссасини қўшиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Оролбўйи ноорганик келиб чиқишли хомшәлар ва саноат чиқиндиларидан яроқли маҳсулотлар олиш, улар асосида шиша маҳсулотлари олиш технологиясининг ишлаб чиқилганлиги, хомшә сифатида Хўжакўл, Янгиариқ конларининг каолинлашган ва дала шпатли кварц кумлари ҳамда табиий газни қайта ишлаш ва металлургия саноати чиқиндиларини комплекс ишлатилиши, шиша қайнатиш ҳароратини 30°C га пасайтириш ва шаффоф, рангли шишалар ҳамда шиша эмаллар олинишига хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Каолинлашган ва дала шпатли кварц кумларидан шиша идишлар ва маиший хўжалик шиша буюмлари ҳамда шиша эмаллар ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Хўжакўл кони кварц-каолинлашган жинсларидан олинган бойитилган кварц куми асосида шиша идишлар ишлаб чиқариш технологияси «Қорақалпоғистон Республикаси Жўқорғи Кенгесининг саноат, қурилиш, транспорт ва ахборот технологиялари масалалари қўмитасининг «2022-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (Қорақалпоғистон Республикаси Жўқорғи Кенгесининг саноат, қурилиш, транспорт ва ахборот технологиялари масалалари қўмитасининг 2021 йил 12 сентябрдаги 08-579-сон маълумотномаси). Натижада, Оролбўйи минтақасида маҳаллий хомшәлардан унумли фойдаланиш ва шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш тармоқларини ривожлантириш имконини берган;

Оролбўйи ноорганик келиб чиқишли хомшәлар ва техноген чиқиндилардан фойдаланиш ва улар асосида шиша буюмлар олиш технологияси «Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасида амалиётга жорий этилган («Ўзсаноатқурилишматериаллари» уюшмасининг 2021 йил 11 октябрдаги 05/15-2531-сон маълумотномаси). Натижада, қурилиш материаллари ишлаб чиқариш учун четдан келтириладиган айрим компонентларни ўрнини босувчи маҳаллий хомшә ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиш имконини берган;

Янгиариқ кони кварц-дала шпатли кумини бойитиб, ундан рангли шишалар олиш технологияси «Horazm shisha idishlari» МЧЖ ҚК да амалиётга жорий этилган («Horazm shisha idishlari» МЧЖ ҚК нинг 2021 йил 17 август 77-сон маълумотномаси). Натижада, саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, шиша тан нархини тушириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларини апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 8 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларини эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 50 та илмий ишлар чоп этилган. Улардан 22 та мақола, шу жумладан асосий диссертация натижаларини нашр этиш учун Ўзбекистон Республикаси Олий асосатсия комиссияси томонидан тавсия этилган 7 та хорижий ва 15 та республика миқёсидаги журналларда нашр қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 177 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, республикамиз фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, натижаларни амалиётга жорий қилиниши, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи **«Ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиш назарияси ва амалиётининг замонавий ҳолати ва улар асосида шиша буюмлари ишлаб чиқариш»** номли бобида ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан фойдаланиш назарияси ва амалиётининг замонавий ҳолати, улар асосида шиша буюмлари ишлаб чиқариш бўйича адабиётлар шарҳи берилган бўлиб, шиша ишлаб чиқариш саноатининг ривожланиш тенденцияси ва замонавий ишлаб чиқаришнинг техник жиҳозланиш ҳолати, ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларини қўллаб шиша олишнинг янги замонавий қарашлари, Ўзбекистонда маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндиларини қўллаб шиша маҳсулотлари ишлаб чиқаришнинг бугунги ҳолати, муаммолари ва ривожланиш истиқболлари тўғрисида батафсил маълумотлар келтирилган. Илмий адабиётлар шарҳи асосида саноатбоп шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун Оролбўйи минтақасининг арзон ва муқобил хомашё ресурсларидан фойдаланишнинг самарали технологияларини яратиш зарурияти тўғрисида хулосалар қилинган.

Диссертациянинг **«Тадқиқот объектлари тўғрисида умумий маълумотлар ва тадқиқот усуллариининг таснифи»** деб номланган иккинчи бобида дастлабки материаллар таснифи ва тадқиқот усуллари келтирилган. Тадқиқот объекти сифатида Хўжакўл кони кварц-каолинлашган куми, Янгиариқ кони кварц-дала шпатли куми, Тумрюк кони мирабилит тузи, табиий газни кимёвий қайта ишлашда ҳосил бўлувчи глинозёмли чиқинди, Олмалик тоғ кон металлургия комбинати (ТКМК)нинг кобальтли ва қўрғошинли жинсларни қайта ишлаш чиқиндилари танлаб олинган. Дастлабки хомашё ва техноген ресурслари ҳамда шишаларнинг кимёвий таркиби анъанавий усуллар билан аниқланган. Дастлабки хомашё

материаллари, техноген чиқиндилар ҳамда шиша маҳсулотларининг физик-кимёвий ва механик хоссаларини аниқлаш учун кимёвий, рентгенфаза, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик ва электрон-микроскопик тадқиқот усуллари қўлланилган.

Диссертациянинг «Оролбўйи ноорганик хомашёлари ва саноат чиқиндилари, улардан фойдаланишнинг ўзига хослиги ва уларни бойитиш технологияларини ишлаб чиқиш» деб номланган учинчи бобида қўлланилган барча хомашёларнинг кимёвий таркиблари таҳлил қилинган (1-жадвал).

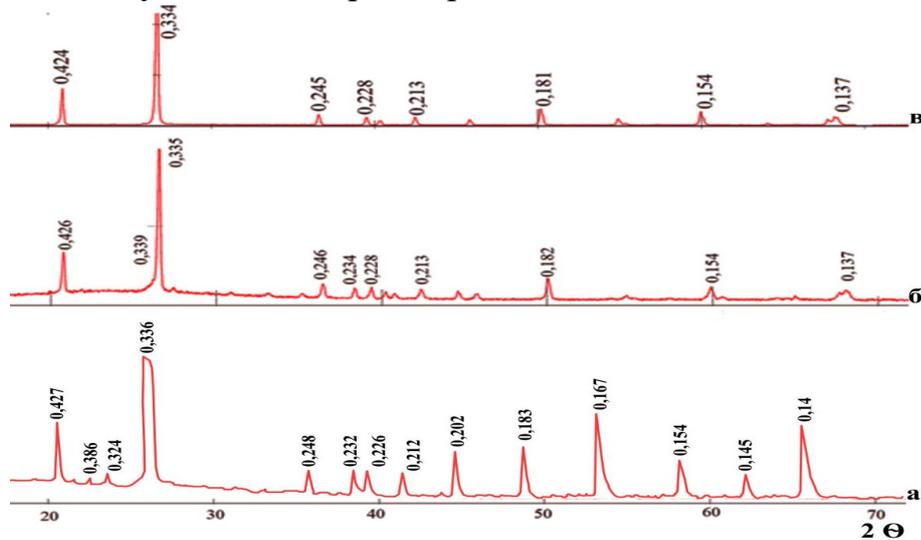
1-жадвал

Хомашё материаллари намуналарининг кимёвий таркиби

Қўлланилган хомашёларнинг номи ва манбалари	Оксидлар миқдори, масс. %									Σ
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	К.к.м.	
Кварц қуми *, Хўжакўл кони,	97,80	1,20	0,05	0,27	0,05	0,07	0,14	-	0,49	100,00
Кварц-дала шпатли қуми *, Янгиариқ кони	95,60	0,5	0,10	0,22	0,06	0,24	0,20	0,10	2,98	100,00
Доломит, Курдана кони	1,10	0,21	0,02	31,10	19,30		0,17		48,10	100,00
Кальцинир. сода (КСЗ)	-	-	0,03	-			58,47	0,04	41,50	100,00
Мирабилит, Тумрюк кони	1,01	0,38	0,02	0,60	0,15		41,26	54,42	2,16	100,00
Глинозёмли чиқинди *	1,70	97,40	0,03	1,05	0,53	0,10	0,19	-		100,00
Дала шпати, Қизилсой кони	68,91	16,81	0,17	0,55	0,30	9,98	2,92		0,36	100,00
Оҳактош, Джамансой кони	0,11	0,17	0,10	54,13	0,80		0,17		44,52	100,00
Қўрғошинли чиқинди **	6,78	7,06	4,26	26,23	15,48	-	0,78	0,94	32,19	100,00
Кобальтли чиқинди ***	35,50		0,04	10,16					14,98	100,00
Изоҳ- * - бойитилган намуналар; ** - таркибида 3,13 % PbO ва 3,15 % BaO; *** - таркибида 36,31 % Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , ва 0,01 % WO <sub>3</sub> мавжуд										

Келтирилган хомашёларни барчасини бойитмасдан туриб шиша олиш мумкин эмаслиги қайд қилинган. Бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш ва уларни шиша маҳсулотлари олишда қўллаш мақсадида уларнинг кимёвий, минералогик ва донадорлик таркиблари ўрганилиб чиқилган. Жумладан, Хўжакўл кони кварц-каолинлашган қумининг дастлабки намуналарини рентгенфаза тадқиқот қилганимизда текисликлараро масофалар: 0,427; 0,336; 0,232; 0,226; 0,202; 0,183; 0,167; 0,154; 0,145 нм узунликдаги чизиклар унда α-кварц борлигини тасдиқлади (1.а-расм). Ундан ташқари 0,386; 0,324; 0,285; 0,248 нм ораликларидаги дифракцион чизиклар дала шпати мавжудлигидан дарак берди. Хўжакўл кони кварц қумини 900 °С ҳароратда куйдиргандан кейинги рентгенфаза таҳлилдан ўтказилди. Олинган натижаларга кўра (1.б-расм) ҳароратни кўтарилиши қумда α-кварцга тегишли бўлган текисликлараро масофалар интенсивлиги бир оз ўзгарган ва

бунда 0,426; 0,335; 0,234; 0,228; 0,182; ва 0,154 нм. даги тўлқин узунликларига мос келувчи дифракцион чўққилар борлигини кўрсатди. Бу кварц куми намунасини 900 °С ҳароратда  $\alpha$ -кварц шаклидан  $\alpha$ -кристобалит шаклига ўтганидан дарак беради.



1-расм. Дастлабки ва турли ҳароратларда куйдирилган Хўжакўл кони кварц кумларининг рентгенфаза таҳлили: а- дастлабки намуна; б-900°Сда куйдирилган намуна; в-1350°Сда куйдирилган намуна

Шунингдек, мазкур кварц кумини 1350 °С да куйдирилганда намунанинг рентгенфаза таҳлили (1.в-расм) дифракцион чўққиларни бир оз силлиқланиб интенсивлигини камайганини кўрсатди. Бу эса намуна аморфлашиб бораётганидан далолат беради. Бунда  $\alpha$ -кристобалитга тегишли бўлган 0,424; 0,285; 0,245; 0,213; нм тўлқин узунлигидаги дифракцион чизиқлар ва интенсивлигининг камайган  $\alpha$ -кварцга тегишли бўлган: 0,334; 0,245; 0,225; 0,228; 0,181 нм тўлқин узунлигидаги дифракцион чизиқлар борлигини кўрсатди. Кондан олинган намуналарни бойитишда сув оқимида синфларга ажратиш, ювиш, қуритиш ва электромагнит майдонида саралаш усуллари қўллаб бойитилди. Ажратиб олинган намуналарнинг кимёвий таркиби 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Хўжакўл ва Янгиарик конидан олинган намуналарни бойитиш ҳисобига олинган кварц кумларининг кимёвий таркиби

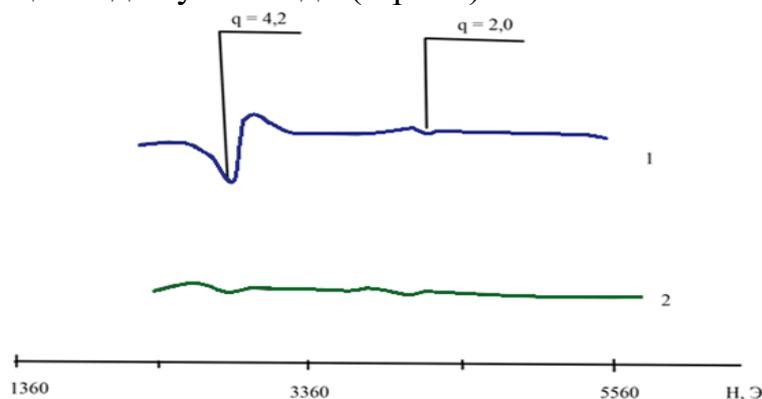
Намуналар	Таркибдаги асосий оксидлар микдорининг ўзгариши *, мас.%			ГОСТ 22551-2019 бўйича кум маркаси
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Дастлабки намуна				
Х-К1	95,80	2,00	0,14	ПБ-150-1
Я-К1	86,06	2,64	1,25	мос эмас
Классификациялашдан кейинги намуна				
Х-К2	96,00	1,90	0,10	ПБ-100-2
Я-К2	89,50	1,54	1,00	мос эмас
Ювилган ва классификацияланган кум намунаси				
Х-К3	96,10	1,80	0,09	ПБ-100-1
Я-К3	92,50	1,50	0,80	мос эмас
Классификацияланган, ювилган, қуритилган ва магнит майдонида сараланган				
Х-К4	97,80	1,20	0,05	ВС-050-2
Я-К4	95,60	0,5	0,10	ПБ-100-2

\* -тезкор кимёвий таҳлил асосида аниқланган, бошқа оксидлар микдори келтирилмаган

Диссертация ишида маиший хўжалик буюмлари, яшил рангли шиша идишлар ҳамда шиша эмаллар олишда асосий шиша фаза ҳосил қилувчи хомашё сифатида Янгиариқ кони кварц-дала шпатли кумлари танланган бўлиб бу кон ҳам фойдаланишга қулай конлардан бири ҳисобланади. Ўтказилган физик-кимёвий таҳлиллар натижаларига кўра кумнинг донадорлик таркибида 0,1-0,4 мм гача бўлган доначаларнинг умумий миқдори 82,00 дан 87,20 % гача эканлигини кўрсатди.

Қум таркибида мусковит, биотит, сфен, хлорит, кальцит, лимонит, гетит ва ортоклаз каби минералларнинг мавжудлиги аниқланиб, уларнинг физик-механик хоссаларини ўрганиш натижасида кум таркибидан ажратиб олишнинг мақбул усуллари танланди.

Шунингдек, кварц кум таркибидаги темир ионларининг координацион ҳолатини ўрганиш мақсадида Янгиариқ кони кварц-дала шпатли куми ЭПР таҳлилидан ўтказилди (2-расм).

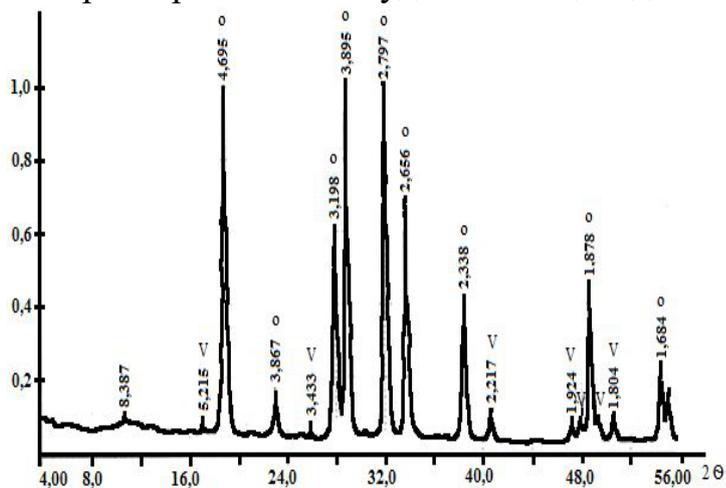


**2-расм. Янгиариқ кварц кумларини ЭПР таҳлили тасвири:**  
**1–бойитилмаган намуна,**  
**2–бойитилгандан кейинги намуна**

Кристалл ва шишасимон кўринишдаги каттиқ жисмларда темир ионлари ( $Fe^{2+}, Fe^{3+}$ ) ЭПР спектр чизиқлари спектроскопик ажралиш омили қийматлари  $q=2,0$  ва  $q=4,0$  га тенг бўлганда ҳосил бўлади. Таҳлил натижаларига кўра,  $q = 4,1 \div 4,3$  бўлган оралиқлардаги чизиқлар  $[FeO_4]$  координацион ҳолатга ёки гуруҳга мансуб,  $q=2,0$  га тенг бўлганда эса октаэдрик гуруҳларга -  $[FeO_6]$  мос келади. Бойитилмаган кумларда ЭПР чизиқларининг интенсивлиги юқори, бойитилган намуналарда эса интенсивликни пасайганлигини кўрамиз.

Тадқиқотларимизда шиша таркибига натрий сульфат тузини киритиш учун Тумрюк кони табиий тузи-мирабилитни нисбатан соддалаштирилган технологиясида қайта ишлаб қўллашнинг илмий ва амалий асосларини ишлаб чиқишни мақсад қилиб олдик. Унинг кимёвий, минералогик, донадорлик таҳлил қилдик. Дастлабки ўрганишлар асосида кондаги аралаш тузларнинг миқдорлари қуйидагича ( масс.% ларда): мирабилит 70,00 - 98,70; гипс – 0,10-3,30; эпсомит – 0,06-2,40; галит ва карбонат – 0,20-0,30; сувда эримайдиган минерал моддалар – 0,40-25,00. Туз намунасининг кимёвий таркибида  $Na_2SO_4$  – 30,81;  $MgSO_4$  – 0,68;  $NaCl$  - 0,38;  $CaSO_4$ -0,08 бўлиб, қолгани сувдан иборат. Карьерни ичига қараб борган сари маъданнинг тозаланиб боришини кўрдик ва уни селектив усулда қазиб олиш ҳисобига кўзланган мақсадга эришиш мумкинлигига ишонч ҳосил қилдик. Тумрюк кони қуруқ аралаш тузларининг рентгенфазали таҳлили ва фототасвири 3-

расмда келтирилган. Унга кўра намуналар таркибида натрий сульфат билан бирга галит (5,316; 3,433 нм), гипс (1,924;1,804 нм) ва кварц (3,217 нм) минералларининг мавжудлиги аниқланди.



3-расм. Тумрюк кони мирабилитли тузларнинг рентгенограммаси (а) ва мирабилит тузининг фототасвири (б) ○ - мирабилит; ▽- аралаш минераллар)

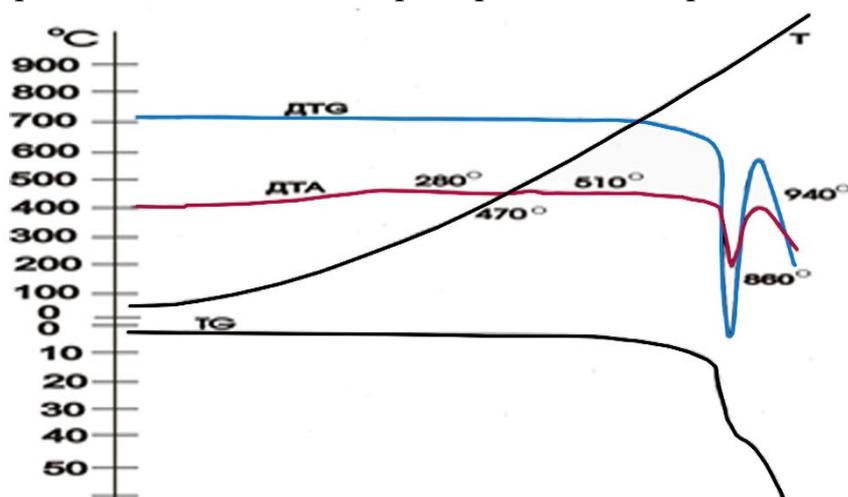
Уни селектив қазиб олиш → майдалаш → натрий сульфат эритмаси билан ювиш → қуритиш → майдалаш усулларини қўллаб бойитиш ҳисобига шиша олишга яроқли бўлган ГОСТ 21458-2015 талабларига мос келувчи, таркибида натрий сульфат миқдори - 97,90; минерал моддалар- 1,00; галит- 0,50; гипс- 0,06; эпсомит- 0,03;  $Fe_2O_3$  - 0,003; к.к.м.-0,5 бўлган 2- навли товар маҳсулоти олиш ва ундан техник ювувчи маҳсулотлар, кимё саноатида ва шиша маҳсулотлари олишда фойдаланиш мумкинлиги аниқланди.

Шиша маҳсулотларини таннархини камайтириш мақсадида унинг таркибига киритилаётган техник глиноземни Шўртан ва Устюрт газкимё мажмуасида табиий газни қайта ишлашда ҳосил бўладиган глинозёмли чиқиндидан фойдаланиш мақсад қилиб олинди ва бу чиқиндини физик-механик ва кимёвий хоссалари ўрганилди. Глинозёмли чиқиндининг кимёвий таркиби (1400 °С да куйдирилган намуна, масс.%)  $Al_2O_3$  -92,70;  $SiO_2$  -2,70;  $Fe_2O_3$  -0,92;  $CaO$  -1,24;  $MgO$  -1,13;  $Na_2O$  -0,39;  $K_2O$  -0,19;  $TiO_2$  -0,63;  $V_2O_5$  -0,10. Чиқинди намуналари турли ҳарорат (900, 1200 ва 1400 °С) ораликларда куйдирилиб олиниб намуналарнинг кимёвий ва минералогик таркиблари ўрганилди ва уни қайта ишламасдан шиша олишда қўллаш ижобий натижа олиб келмаслиги қайд қилинди. Шу боисдан уни иссиқлик ёрдамида ишлов бериш → механик фаоллаштириш → механик саралаш → электромагнит майдонида саралаш → қадоқлаш усулларини қўллаб бойитиш ҳисобига ГОСТ 30559-98 талабларига мос келувчи ГСМ русумидаги товар маҳсулоти олиш мумкин эканлиги ва ундан ўтга чидамли материаллар, катализаторлар, глинозёмли цемент ва шиша маҳсулотлари олишда фойдаланиш мумкинлиги қайд қилинди. Олинган концентратнинг кимёвий таркиби (масс.%):  $Al_2O_3$  - 97,40;  $SiO_2$  -1,70;  $Fe_2O_3$  -0,03;  $CaO$  -1,05;  $MgO$  -0,53;  $Na_2O$  -0,19;  $K_2O$  -0,10.

Олмалик ТКМК корхонасининг кобальтли чиқиндисини кимёвий, минералогик ва донадорлик таркиблари ўрганилди ва у бойитилмасдан шиша олишга яроқсиз деб топилди. Чиқинди фракцияларга ажратилиб, ҳар бир

фракция кимёвий таҳлилдан ўтказилди. Чиқиндини 0,25 дан 0,10 мм оралиқлардаги фракциялари кимёвий таркиби (масс.%)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  -36,31;  $\text{SiO}_2$ -45,52;  $\text{CaO}$  -16,16;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -0,19;  $\text{WO}_3$ - 0,10 бўлганлиги учун энг маъқул деб танланди. Унинг маҳсулотлик хусусиятини ошириш учун иссиқлик ёрдамида ишлов бериш → механик фаоллаштириш → саралаш → электромагнит майдонида саралаш → қадоқлаш усуллари қўллаб бойитилди. Уни бойитиш ҳисобига ГОСТ 4467-79 бўйича 2 навга тегишли бўлган кимёвий таркиби (масс.%)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  -36,31;  $\text{SiO}_2$ -35,50;  $\text{CaO}$  -10,16;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -0,04;  $\text{WO}_3$ -0,01, к.к.м.-14,98 га тенг бўлган товар маҳсулоти олиш мумкинлиги ва ундан керамик ва шиша буюмлар учун ранг берувчи компонент сифатида фойдаланиш мумкинлиги қайд қилинди.

Тиниқлиги ва ялтироқлиги нисбатан юқори бўлган шиша таркибларини ишлаб чиқиш учун шиша массаси таркибига  $\text{BaO}$  ва  $\text{PbO}$  ларни киритиш мақсад қилиб олинди. Тажрибалар асосида бир вақтнинг ўзида иккала оксидни ҳам таркибида сақловчи чиқинди - кўрғошинли жинсларни қайта ишлашда ҳосил бўлувчи чиқинди Олмалиқ тоғкон металлургия комбинатида мавжудлиги инобатга олинди. Унинг кимёвий, минераллогик ва гранулометриқ таркиблари ўрганилди. Чиқиндининг кимёвий таркиби (мас.%) :  $\text{SiO}_2$ -6,78;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -7,06;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -4,26;  $\text{CaO}$ -26,23  $\text{MgO}$ -15,48  $\text{PbO}$ -3,13  $\text{BaO}$ -3,16  $\text{Na}_2\text{O}$ -0,78  $\text{SO}_3$ -0,94 к.к.м-32,18. Чиқиндининг дифференциал термик таҳлили натижалари 4-расмда келтирилган.



4-расм  
Кўрғошинли жинсни  
бойитишда ҳосил  
бўлувчи  
чиқиндининг  
дифференциал  
термик таҳлили

Натижаларга кўра 280°C ҳароратда ҳосил бўладиган эндоэффekt ундаги органик бирикмаларнинг куйиши ҳисобига ажралиб чиқиши билан, 510°C ҳароратда кичик ҳажмдаги экзоэффekt намуна таркибидаги  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  нинг полиморф ўзгаришига тааллуқли бўлиб, унга кўра  $\gamma$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  →  $\alpha$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  кўринишига ўтиши туфайли ҳосил бўлади. 860°C ҳароратдаги эндоэффekt карбонатли бирикманинг диссоцияланишига тегишлидир. 940°C экзоэффekt намуна таркибида янги турдаги бирикмаларнинг ҳосил бўлиши билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бу тур чиқиндини ҳам маҳсулотлик хусусиятини ошириш учун иссиқлик ёрдамида ишлов бериш → механик фаоллаштириш → механик саралаш → электромагнит майдонида саралаш → қадоқлаш усуллари қўллаб бойитилди. Натижада таркибида эътиборли компонентлар микдори- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -

0,16; PbO-3,15; BaO-3,18 % бўлган концентрат олинган ва ундан шиша олиш мақсад қилинди.

Диссертациянинг тўртинчи боби «**Оролбўйи ноорганик хомашёлари ва саноат чиқиндиларидан шиша олишда фойдаланишнинг физик-кимёвий асослари**» деб номланиб, унда Хўжақўл кони бойитилган кварц қуми асосида шиша ишлаб чиқаришда глинозёмли чиқиндидан фойдаланишнинг илмий асослари, Хўжақўл кони бойитилган кварц қумидан шиша ҳосил бўлиш жараёнига Тумрюк кони мирабилит таъсирини ўрганиш, Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қуми асосида олинадиган шиша ранги ва адгезиясини яхшилашга кобальтли чиқиндининг таъсирини ўрганиш ҳамда шу туркум шишанинг хоссаларига қўрғошинли чиқиндининг таъсирини ўрганишга оид тадқиқотлар олиб борилган.

Диссертациянинг «**Оролбўйи ноорганик хомашёлари ва саноат чиқиндилари асосида шиша маҳсулотлари таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган бешинчи бобида саноатбоп шиша таркибларига яқинлаштирилиб таркиблар ишлаб чиқилди. Шиша таркибларини лойихалаштиришда қуйидагилар эътиборга олинди: шиша таркибини лойихалаштиришда бойитилган кварц қумидан ташқари дала шпати, кальцинирланган сода ва қўрғошинли чиқиндидан иборат омехталардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб топилди; дала шпати орқали шиша таркибига бир вақтни ўзида  $K_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  лар киритилади, бу эса таркибга киритилаётган айрим қимматбаҳо компонентларни миқдорини камайтириш имконини беради; қўрғошинли чиқинди таркибида юқори миқдорда CaO (26,23 %) ва MgO (15,48 %)ларнинг мавжудлиги шиша омехтаси таркибига доломит хомашёсини киритмасдан шиша олиш имконини беради; қўрғошинли чиқинди таркибида 7,06 %  $Al_2O_3$ нинг мавжудлиги шиша таркибига ундан техник глинозем ёки глинозёмли чиқиндини қўллагасдан шиша олиш имконини беради; қўрғошинли чиқинди таркибида BaO (3,15 %) ва PbO (3,13 %) ларнинг мавжудлиги шишанинг декоратив хоссаларини яхшилаш имконини бериши мумкин. Хўжақўл кони кварц қуми асосида шаффоф шишалар асосида шиша идишлар таркиблари (3 ва 4 жадвал) ишлаб чиқилди.

3-жадвал

Хўжақўл кони кварц қуми асосида ярим шаффоф шишалар олиш учун доломитли омехталарнинг таркиблари (масс.%)

№	Кварц қуми	Доломит	Кальцинирланган сода	Глинозёмли чиқинди	Натрий сульфат	Σ
ШИ-АТ	62,49	14,78	19,93	1,94	0,86	100,0
ШИ-1	63,51	14,30	20,26	1,09	0,84	100,0
ШИ-2	63,20	14,32	20,14	1,50	0,84	100,0
ШИ-3	62,92	14,53	20,01	1,67	0,87	100,0
ШИ-4	62,07	15,38	19,59	2,11	0,85	100,0
ШИ-5	61,65	16,01	18,75	2,32	1,27	100,0
ШИ-6	61,22	16,64	18,32	2,53	1,29	100,0
ШИ-7	60,83	17,06	17,90	2,95	1,26	100,0
ШИ-8	60,33	16,45	18,56	3,37	1,29	100,0

Шиша маҳсулотларини таннархини камайтириш мақсадида шиша омехтаси таркибига оҳактош ва дала шпати киритиш мақбул деб топилди ва 6 та шиша таркиби ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган таркиблар 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

**Хўжақўл кони кварц қуми асосида шаффоф шишалар олиш учун оҳактошли омехталарнинг таркиблари**

№	Хомашёлар номи	Таркиблар, (масс.%)					
		Ош-1	Ош-2	Ош-3	Ош-4	Ош-5	Ош-6
1	Кварц қуми	55,60	55,27	54,94	54,44	53,97	53,52
2	Оҳактош	15,55	16,10	16,48	16,87	17,24	17,59
3	Дала шпати	9,37	9,60	9,90	10,44	10,95	11,43
4	Кальцинир. сода	17,99	17,61	17,26	16,87	16,49	16,14
5	Натрий сульфат	1,49	1,42	1,42	1,38	1,35	1,32
	Σ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Барча таркибларда натрий сульфат массасига нисбатан 5% кўмир қўшилган.

Ушбу бобда яна Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида шиша идишлар учун яшил рангли шишалар таркибларини ишлаб чиқиш устида олиб борилган илмий тадқиқот натижалари келтирилган. Унга кўра Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумларидан ишлаб чиқиладиган яшил рангли шишалар учун асос қилиб олинган шиша массасининг кимёвий таркиби қўйидагича (масс.%): SiO<sub>2</sub> -71,97; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -2,52; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -0,21, CaO -6,03, MgO -3,96, Na<sub>2</sub>O -14,97, SO<sub>2</sub>-0,24. Таркиблар 5-жадвалда келтирилган.

5-жадвал

**Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида яшил рангли шиша идишлар таркиблари**

Таркиблар	Оксидлар миқдори, масс.%							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Σ
ШИ-АТ-Я	71,97	2,52	0,21	6,13	3,96	14,97	0,24	100,0
ШИ-Я-1	72,50	2,02	0,24	6,15	3,81	15,03	0,25	100,0
ШИ-Я-2	71,50	2,50	0,32	6,20	3,85	15,40	0,23	100,0
ШИ-Я-3	71,00	2,72	0,33	6,25	3,88	15,60	0,22	100,0

Шунингдек, Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида маиший хўжалик буюмлари учун рангли шишалар таркибларини ишлаб чиқишга оид тадқиқотлар олиб борилган. Унга кўра Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумларидан ишлаб чиқиладиган маиший хўжалик буюмлари учун асос қилиб олинган шиша массасининг кимёвий таркиби қўйидагича (масс.%): SiO<sub>2</sub> -74,5; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -5,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -0,3, CaO -2,1, MgO -0,2, K<sub>2</sub>O -5,3, Na<sub>2</sub>O -11,9, SO<sub>2</sub>-0,5. Ишлаб чиқилган таркиблар 6-жадвалда келтирилган.

Металл юзаларини эмаллашда грунт эмалларнинг ўрни жуда юқорилигини эътиборга олиб Янгиариқ кони кварц-дала шпати қумлари, қўрғошинли жинсни қайта ишлашда ҳосил бўлувчи чиқинди, кобальтли чиқинди ва бошқа маҳаллий хомашёларни қўллаб грунт эмаллар таркибини ишлаб чиқишни мақсад қилиб олдик. Металл асос сифати 0,8 кп русумли металл қотишмаси олинди. Эталон сифатида қўйидаги анъанавий грунт шиша эмаллари таркиби

олинди (масс.,%): SiO<sub>2</sub>–42,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–7,0; CaO–12,6; Na<sub>2</sub>O–21,6; TiO<sub>2</sub>–1,0; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–14,4; CoO – 0,4; NiO – 0,6.

6- жадвал

**Маиший шиша учун лойихалаштирилган шиша омехтаси таркиби**

№	Шиша омехтаси компонентлари	Таркиблар ва компонентлар миқдори (масс.%)				
		МБ-РА	МБ-Р1	МБ-Р2	МБ –Р3	МБ –Р4
1	Кварц куми	57,41	53,16	53,16	50,15	51,00
2	Кальцинирланган сода	20,17	15,92	14,42	15,00	12,37
3	Натрий сульфат	1,25	0,95	0,65	0,35	
4	Қўрғошин. чиқиндиси	0	10,00	15,00	20,00	25,00
5	Дала шпати	21,17	19,97	16,77	14,50	12,65

Грунт учун олинган шиша эмалларнинг таркиби 7-жадвалда келтирилган.

7-жадвал

**Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида грунт учун шиша эмал таркиблари (масс. %)**

Таркиб №	Кварц куми	Қўрғошинли чиқинди	Кальц. сода	Глинозёмли чиқинди	Бор кислотас и	Кобальтли чиқинди
Гэ-1	48,00	20,00	19,50	5,59	10,50	2,50
Гэ-2	46,00	22,00	19,50	5,44	10,50	2,50
Гэ-3	44,00	24,00	19,50	5,30	10,50	2,50

Бу қатламга мос келувчи юза қатлам сифатида Хўжакўл кони бойитилган кварц кумини қўллаб шиша эмаллар таркиблари ишлаб чиқилди. Олинган шиша эмаллар таркиблари 8-жадвалда келтирилган.

8 -жадвал

**Хўжакўл кони кварц куми асосида юза қатлам учун шиша эмаллари учун ишлаб чиқилган таркиблар**

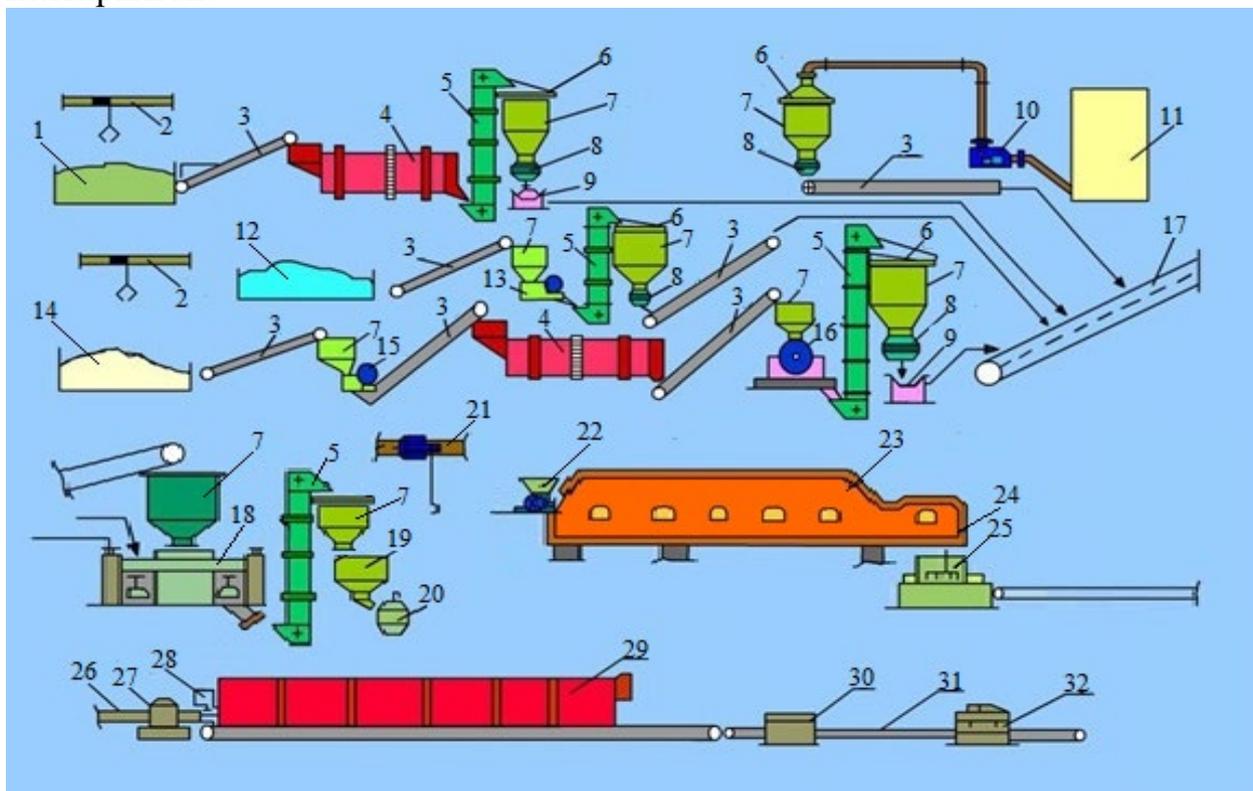
Таркиблар	Оксидлар миқдори, масс. %									
	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	RO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*F <sub>2</sub>
Юэ-1	38,00	15,00	8,00	4,00	16,00	2,00	11,00	5,00	1,00	5,50
Юэ-2	40,00	15,00	7,00	4,00	14,00	2,00	12,00	5,00	1,00	5,50
Юэ-3	42,00	14,00	6,00	4,00	14,00	2,00	13,00	4,00	1,00	4,50
Юэ-4	44,00	13,00	5,00	3,00	14,00	2,00	14,00	4,00	1,00	4,50
Юэ-5	46,00	12,00	4,00	3,00	14,00	2,00	15,00	3,00	1,00	3,50
Юэ-6	48,00	11,00	3,00	2,00	14,00	2,00	16,00	3,00	1,00	3,50

\* 100% га устама қилиб қўшилди

Дала шпати ва доломит компонентлари донадорлиги тешиқ ўлчами 0,2 мм бўлган элакдан ўтказилгунга қадар майдаланиб қўлланилди. Майдалаш ишлари чинни ҳавончада олиб борилди. Бошқа синтетик ашёлар тайёр ҳолда олинди. Белгиланган таркибларга қўшиладиган хомашёлар электрон торозиларда тортилди. Хомашёлар 100-200 °С ҳарорат оралиқларида, қолдиқ намлиги 1,0-0,5 % га қадар қуритилган ҳолда тортилди ва пластик контейнерларда аралаштирилди. Аралаштириш жараёнида масса 4,0 % намликка қадар намланди. Шиша намуналарини олиш жараёни силлит

қиздиргичли электр печларида амалга оширилди. Бунинг учун шиша омихтаси ҳажми 200 мл бўлган корунд тигелларга жойланди ва печь ичига қўйилди. Қиздириш тезлиги 5-10 °С /дақ., шиша идишлар учун максимал ҳарорат 1400-1430 °С, шиша эмаллар учун 1250-1350 °С, максимал ҳароратда ушлаб туриш вақти 30-40 мин. Белгиланган вақтдан кейин ҳар бир намуна печдан олинди ва олдиндан 300 °С ҳароратда қиздирилган металл лист юзасига қўйилди, кейинчалик электр қиздиргичли муфель печида ҳарорат 600-700 °С оралиғида мўътадил совитилди. Шиша эмал намуналари эса сувга қуйиш орқали фритталанди.

Ушбу бобда Хўжақўл кони кварц қуми асосида оҳақтошли омихтадан шиша идишлар, Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида маиший хўжалик буюмлари учун рангли шишалар, шу қум асосида ва маҳаллий хомашёлар асосида шиша эмаллар ишлаб чиқаришнинг такомиллашган технологик схемалари ишлаб чиқилди. Хўжақўл кони бойитилган кварц қумлари асосида шиша идишлар олишнинг технологик схемаси 5-расмда келтирилган.



**5-расм Шиша идишлар ишлаб чиқаришнинг такомиллашган технологик схемаси**

1-кварц қуми отсеки; 2-юк кўтариш крани; 3- лентали узатма; 4-барабанли қуритгич; 5-элеватор; 6-тебранма элак; 7-оралиқ бункер; 8-ўлчов дозатори; 9-лентали узатма; 10-пневма насос; 11-силос; 12-шиша чиқиндиси; 13-дезинтегратор; 14- оҳақтош отсеки; 15-жағли майдалагич; 16-шарли тегирмон; 17-йиғма конвейер; 18-шихта аралаштиргич; 19-захира бункер; 20-кюбель; 21-кюбелларни юк кўтариш крани; 22-шихта юклаш машинаси; 23-шиша қайнатиш печи; 24-таъминлагич; 25- қолиплаш машинаси; 26-пластинали узатма; 27-сирт мустаҳкамлаш машинаси; 28- тахлаш машинаси; 29-қуйдириш печи; 30-саралаш машинаси; 31-пластинали узатма; 32-қадоқлаш машинаси

Диссертациянинг «Оролбўйи ноорганик хомашёлари ва саноат чиқиндиларидан олинган шиша маҳсулотларининг физик-механик хоссалари ва саноат миқёсида тадбиқи» деб номланган олтинчи бобида

Оролбўйи минтақаси ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан олинган шаффоф ва рангли шишаларнинг физик-кимёвий ва механик хоссалари ўрганилган. Шиша намуналарининг зичлиги, термик бардошлилиги, кимёвий чидамлилиги, механик мустаҳкамлиги ва эстетик хоссалари (ялтироклиги ва шаффофлиги) ўрганилди. Бу шишалар асосида ярим шаффоф шиша идишлар ишлаб чиқарилади ва улар МДХ давлатларида алкоғолли ва алкоғолсиз ичимликларни қадоқлаш учун ишлаб чиқиладиган шиша идишларга жорий қилинган ГОСТ 32131-2013 талаблари ва консервалаш маҳсулотларини қадоқлаш учун ишлаб чиқариладиган шиша идишларга жорий қилинган ГОСТ 5717.1-2014 талабларига жавоб бериши кўзда тутилади. Шундан келиб чиқиб, уларнинг гидростатик босимга чидамлилиги (60с. давомида ушлаб турилганда), сувга чидамлилик кўрсаткичи, зичлиги, 400-700 нм тўлқин узунлиги ораллиғида нур ўтказиши каби кўрсаткичларини таҳлил қилиш жуда муҳим. Шу билан бирга, бу тур шиша идишлар учун уларнинг эстетик хусусиятлари ҳам ўрганишни талаб қилади. Бу тур шишалар асосида буюмлар машина ёрдамида шаклланишини эътиборга олсак, уларнинг ишлашга оид хоссаларини, жумладан қовушоқлик кўрсаткичи, қотиш тезлиги каби кўрсаткичларини билиш ҳам керак бўлади. Шунингдек, бу шишалар асосида олинган буюмларни таркибида қатламлари орасида зўриқишлар қолиб кетмаслиги учун уларни куйдиришнинг юқориги ва куйи ҳарорат нукталарини аниқлаш мақсадга мувофиқ.

Улар қаторига Хўжакўл кони бойитилган кварц қуми асосида олинган оғзи кичик шиша идишлар учун ШИ-6, ШИ-7, ШИ-8 таркиблари, оғиз бўшлиқи катта бўлган идишлар учун Ош-4, Ош-5 ва Ош-6 ва Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида олинган ШИ-Я-3 таркибларнинг хоссаларини келтириб ўтамиз. Олинган натижалар 9-жадвалда келтирилган.

Хўжакўл ва Янгиариқ конлари бойитилган қумлари асосида олинган шаффоф ва яшил рангли шишаларнинг зичлик кўрсаткичини ўрганиш 2-бобда келтириб ўтилган услуб асосида олиб борилди. Маълумки, зичликнинг юқори бўлиши олинадиган шиша идишларнинг массаларини ошиб кетишига сабаб бўлади. Олинган натижаларга кўра барча таркиблар давлат андозаларига деярли мос келади.

Шишаларнинг иссиққа бардошлилик кўрсаткичи ГОСТ 25535-2013 да баён қилинган услублар асосида олиб борилди ва бу кўрсаткич иссиқлик алмашинувлари сони билан белгиланди. Шишаларнинг иссиқликдан чизикли кенгайиш коэффициенти қиймати ГОСТ 10978-2019 бўйича аниқланди. Олинган натижалар таҳлиliga кўра шишаларнинг бу кўрсаткичи адабий манбаларда келтирилган маълумотларга ва белгиланган давлат андозалари талабларига мос келади. Шиша идишларга алоҳида талаб уларнинг 400-700 нм тўлқин узунлиги ораллиғида нур ўтказиш қобилияти бўлиб, у асосан шишанинг тиниклаштириш ва бир жинсли қилиш босқичларига ва шишанинг кимёвий таркибига боғлиқ бўлади.

**Оролбўйи ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан олинган шаффоф шишаларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш натижалари**

Шиша хоссалари	Шиша таркиблари								
	ГОСТ 32131-2013 талаблари	ШИ-Я-3	ШИ-6	ШИ-7	ШИ-8	ГОСТ 5717.1-2014 талаблари	Ош-4	Ош-5	Ош-6
Зичлиги, кг/м <sup>3</sup> (ГОСТ 9553 бўйича)	2540,0	2548,0	2541,0	2550,0	2551,0	2540,0	2540,0	2545,0	2550,0
Иссикка бардошлилик, иссиқлик алмашинувлари сони	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Микроқаттиқлиги, МПа	-	596,0	596,0	593,0	596,0	-	593,0	602,0	598,0
ИЧКК, а 10 <sup>-7</sup> , 1/°С, 20°С дан 400°С харорат оралиғида (ГОСТ 10978 бўйича)	92,00	93,00	93,00	96,00	93,00	92,00	91,00	94,00	93,00
400-700 нм тўлқин узунлиги оралиғида нур ўтказиши, %	80 дан кам эмас	81,0	81,0	84,0	82,0	80 дан кам эмас	79,0	86,0	85,0
Сувга чидамлилик кўрсаткичи, 0,01 моль/дм <sup>3</sup> конц. HCl сарфи, см <sup>3</sup> , ГОСТ 33202 бўйича	0,20 дан 0,85 гача	0,38	0,45	0,38	0,40	0,20 дан 0,85 гача	0,56	0,50	0,56
CO <sub>2</sub> гази остида идишга берилган босимга чидамлилик, кПа, (20±1)°С хароратда*	230 дан кам эмас	250	-	235	-	-	-	245	-
Гидростатик босимга чидамлиги, МПа (60 с.давомида ушлаб турилганда)*	0,49 дан кам эмас	0,51	-	0,54	-	0,49 дан кам эмас	-	0,55	-

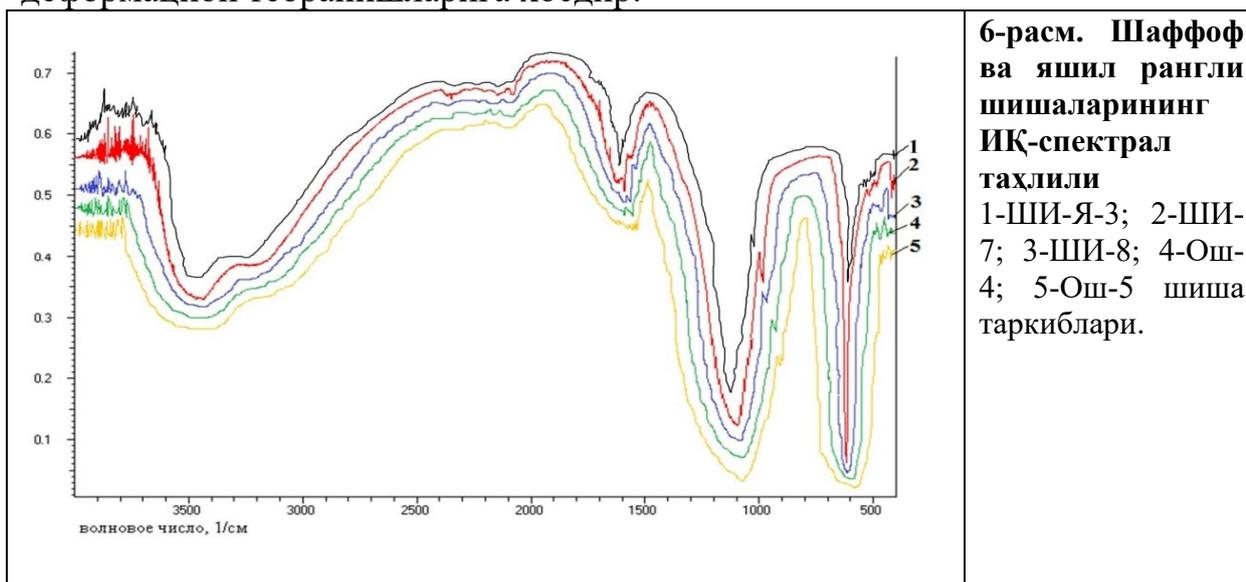
Шишаларни мўтадил совутиш жараёнига мос келувчи параметрлари ўрганилиб, бунда уларнинг қатламларида қолиши мумкин бўлган зўриқишни камайтириш учун олиб бориладиган мўтадил совутишнинг юқори ва қуйи ҳароратлари ҳисобланди, олинган натижалар 10-жадвалда келтирилган.

10-жадвал

**Шиша идишлар учун олинган таркибларни мўтадил совутиш жараёнининг ҳисобий параметрлари**

Кўрсаткич номи	Шиша таркиблари						
	ШИ-Я-3	ШИ-6	ШИ-7	ШИ-8	Ош-4	Ош-5	Ош-6
Куйдиришнинг юқори ҳарорати, °С	515	525	520	525	510	515	520
Куйдиришнинг қуйи ҳарорати, °С	130	120	120	130	120	120	120

Шиша намуналарининг ИҚ-спектрал таҳлил натижалари 6-расмда келтирилган. Олинган натижаларга кўра, 900-1100 см<sup>-1</sup> тўлқин узунлиги оралиғида кузатилган ютилиш чизиқлари ≡Si-O-Si≡ типидagi кўприкли боғларнинг валент тебранишлари натижасидир ва 450-500 см<sup>-1</sup> тўлқин узунликларида кузатилган ютилиш чизиқлари ≡Si-O-Si= боғларнинг деформацион тебранишларига хосдир.



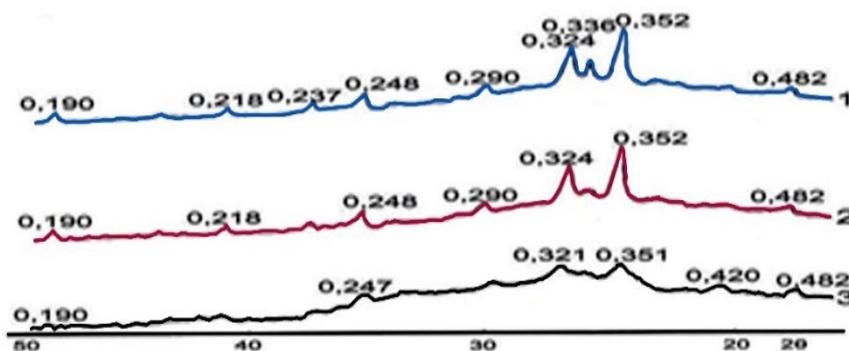
Диссертация ишида Оролбўйи минтақаси ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан олинган шиша эмалларнинг физик-кимёвий ва механик хоссалари ўрганилган. 11-жадвалда грунт учун мўлжалланган шиша эмалларнинг айрим физик-механик ва кимёвий хоссалари келтирилган. Келтирилган таркиблар ичида мақбули сифатида энг мақбули Гэ-3 таркиб бўлиб, у барча кўрсаткичлари бўйича анъанавий таркибдаги эмал кўрсаткичлари билан мос келади. Бу таркибга мос қилиб олинган юза қатлам шиша эмалларнинг ҳам барча кўрсаткичлари ўрганилди. Юза қатлам шиша эмалларнинг суюқланиши ва қатлам ҳосил бўлиш жараёни дифференциал термик таҳлил асосида ўрганилди. Дифференциал термик таҳлил натижасига кўра, Юэ-4, Юэ-5 ва Юэ-6 таркибли шишаларда 620°С ҳароратда эндоэффekt ва 650–750°С ҳароратлар оралиғида экзоэффektлар ҳосил бўлиши кузатилди.

**Янгиарик кони кварц-дала шпатли қуми асосида грунт қатлам шиша эмалларнинг айрим физик-механик ва кимёвий хоссалари**

Хоссалари	Таркиблар, масс. %:			
	Гэ - 1	Гэ - 2	Гэ -3	ЭСГ-31
Юмшаб бошлаш ҳарорати, °С	545	540	540	540
зичлиги, кг/м <sup>3</sup>	2298	2298	2295	2300
ИЧКК, $\alpha \cdot 10^{-7}$ , град <sup>-1</sup>	111,4	116,2	119,4	119,7
Сирт таранглиги, Н/м	0,022	0,023	0,027	0,026
Иссикқа бардошлиги, иссиқлик алмашилиш сони, 400-20-400°С	10	10	10	6
Микроқаттиқлиги, МПа	412,0	414,0	405,6	412,2
Металл юзасига адгезияси, балл	4	4	4	4
Иссиқлик сиғими, дЖ/(кг · К)	790	791	792	791
Иссиқлик ўтказувчанлиги Вт/(м · К)	0,90	0,95	0,96	0,95
Юзада ёйилиши, балл	5	5	5	5
Хўллаш бурчаги, град	50,4	51,2	51,4	53,1

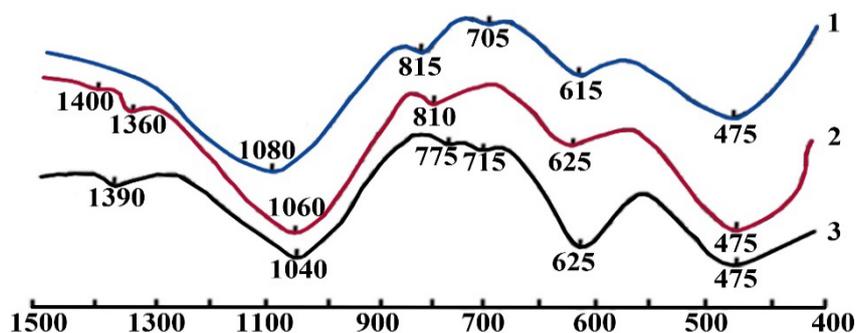
700°С ҳароратдаги экзоэффект максимумлари шиша массаларининг кристалланишга мойиллиги юқорилигидан далолат берди. Экзо- ва эндоэффектларнинг ўзаро яқинлиги шиша массаси қовушқоқлиги қиймати юқори бўлганда кристалланиш жараёни бошланишини кўрсатади. 740–750°С ҳароратдаги экзоэффектлар 2 та фазанинг кристалланишидан ёки қайсидир фазанинг қайта кристалланиши туфайли шаклланади.

Шиша таркибларининг экзоэффектларини ўзаро таққослашга кўра, Юэ-5, Юэ-6 таркибларга нисбатан Юэ-4 таркиб экзоэффектининг аниқлик даражаси бу таркибнинг кристалланишга мойиллик даражаси юқорилигини кўрсатади, ҳамда бу жараён нафақат юза қатламда, балки бутун шиша қатлам ҳажми бўйлаб кетишидан далолат беради. 850°С ҳароратдаги эндоэффект максимуми кристалл фазанинг суёқланиши ҳаракатнинг бошланганлиги натижасидадир. Диссертация ишида шиша эмал тажриба намуналарининг дифрактограммалари таҳлили асосида (7-расм) Юэ-4; б-Юэ-5; в-Юэ-6 таркиблар учун тегишли дифракцион максимумлар, TiO<sub>2</sub> нинг модификациялари рутил (0,324; 0,248; 0,218 нм), анатаз (0,351; 0,237; 0,190 нм), брукит (0,247; 0,290; 0,482 нм) ларга тегишли эканлиги ниқланди.



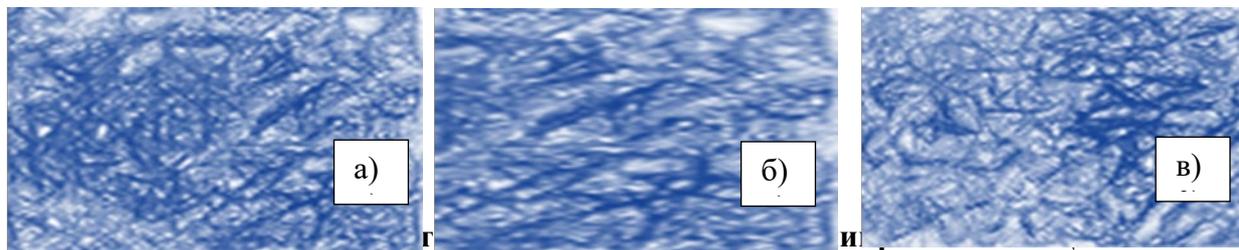
7-расм. Юэ-4 (1), Юэ-5 (2) ва Юэ-6 (3) шиша эмал таркибларининг дифрактограммалари

Шишаларнинг тузилиши тўғрисида қўшимча маълумотларни олиш учун уларнинг ИҚ-спектроскопик таҳлили ўтказилди. ИҚ-спектроскопик таҳлилга кўра, 1080–1040, 485–475 ва 625–610  $\text{см}^{-1}$  тўлқин узунлигида ўта фаол максимумли ютилиш чизиқлари ва унча фаол бўлмаган 1450–1300 ва 800–700  $\text{см}^{-1}$  тўлқин узунлигига тўғри келувчи ютилиш чизиқлари мавжудлигини кўраимиз.



8-расм Юэ-4 (1), Юэ-5 (2) ва Юэ-6 (3) шиша эмал таркибларининг ИҚ-спектрлари

Ютилиш чизиғининг кенг бўлиши  $[\text{SiO}_{4/2}]^{n-}$  тетраэдрига мансублигини кўрсатади. 1450–1300  $\text{см}^{-1}$  ва 1350–1400  $\text{см}^{-1}$  ораликлардаги ютилиш чизиқлари  $[\text{B}_2\text{O}_{3/2}]^{n-}$  гуруҳидаги 3 координацияли бор атомлари тебранишига тўғри келади. 600 – 625  $\text{см}^{-1}$  ораликлардаги ютилиш чизиқлари координацион сони 4 га тенг бўлган бор  $[\text{BO}_{4/2}]^{n-}$  гуруҳига мансублигини кўрсатади. 715–705  $\text{см}^{-1}$  тўлқин узунлигидаги ютилиш чизиқлари  $[\text{AlO}_{4/2}]^{n-}$  координация сони 4 га тенг бўлган алюминий анион гуруҳларининг мавжудлигини кўрсатди. Ҳамда улар шиша таркибида ўзаро яхлит кремний алюмо-бор-кислородли панжарани ташкил қилишдан далолат беради. Олинган таркибларнинг физик-кимёвий, механик, оптик хоссалари таҳлил қилиниб, Юэ-4, Юэ-5 ва Юэ-6 ўз хоссалари қийматларига кўра бундай материалларга қўйиладиган меъерий хужжат талабларига жавоб бериши қайд қилинади.



а-Юэ-4; б-Юэ-5; в-Юэ-6 таркибли шиша эмаллар (катталаштириш даражаси  $\times 560$ )

Олинган электрон микроскопик таҳлил натижаларига кўра, зичлашган тузилишга эга бўлган қатлам ҳосил бўлганини оз бўлсада кичик ҳажмдаги микрофавакликлар, кристал фаза сифатида рутил, анатаз ва брукитга тегишли фрагментлар мавжудлигини кўрсатади. Юза қатлам шиша эмалларнинг физик-механик ва кимёвий хоссаларини ўрганилиши натижасида юмшаш ҳарорати 510-530 $^{\circ}\text{C}$ , микроқаттиқлиги 410,0-422,0 МПа, ялтироқлиги 74-76 %, зичлиги 2405-2430  $\text{кг}/\text{м}^3$ , ИЧКК 112,73-125,42  $\cdot 10^{-7}$ ,

град<sup>-1</sup> ва етарли даражада кимёвий бардошликка эга бўлган намуналар олинганлиги қайд қилинди.

Шундай қилиб, диссертация ишида олиб борилган тадқиқотлар асосида Оролбўйи ноорганик келиб чиқишли хомашёларини ўзига хос жиҳатлари ўрганилиб, улардан фойдаланиш мақсадида бойитиш технологиялари ишлаб чиқилди. Натижада, улардан саноат тизимларида фойдаланиш соҳалари белгилаб олиниб, улар ичида шиша маҳсулотлари ишлаб чиқариш мақбул деб топилди ва шиша идишлар, маиший хўжалик шишаси ва шиша эмалларнинг таркиблари ишлаб чиқилиб, саноат миқёсига тадбиқ қилинди. Диссертация ишининг натижалари «Каракалпокстеклатара» МЧЖ, «Хоразм шиша идишлари» қ/к шаклидаги МЧЖ, «Тўрткўл шиша идишлари» МЧЖ ва «Хива сополи» МЧЖ ларда жорий қилинди. Мазкур корхоналарда кварц қумини маҳаллийлаштириш ҳисобига кутилаётган иқтисодий самарадорлик 2020 йил ҳолатига: «Каракалпокстеклатара» МЧЖ да 3,127 млрд сўмни, «Хоразм шиша идишлари» қ/к шаклидаги МЧЖ да 1,808 млрд сўмни, «Тўрткўл шиша идишлари» МЧЖ да 3,188 млрд сўмни ташкил қилади.

## ХУЛОСА

1. Хўжакўл кони кварц-каолинлашган қумларининг кимёвий, минерал ва донадорлик таркиблари ўрганилиб, ундан кварц қуми ва каолинни ажратиш, олинган қумни бойитиш технологияси ишлаб чиқилди. Илк бор ер ости сувлари яқин бўлган карьерлардан қумни қазиб олишнинг инновацион технологияси ишлаб чиқилди. Бунинг ҳисобига таркибидаги  $\text{SiO}_2$  миқдори 97,8 % гача ошириш,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ни эса 0,05 % гача камайтириш мумкинлиги аниқланди. Бу ўз навбатида ВС 050-2 маркали кварц қумига мос келиши, ҳамда ундан саноатда шаффоф шишалар олиш имкони борлиги қайд қилинди;

2. Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумларининг кимёвий, минерал ва донадорлик таркиблари ўрганилиб, қумдан шиша олишда бойитмасдан фойдаланиш мумкин эмаслиги қайд қилинди. Илк бор бу қумларнинг таркибидаги қўшимча минералларнинг физик ва механик хоссаларини эътиборга олиб, бойитишнинг физик-кимёвий асослари ишлаб чиқилди. Ҳаво оқимида синфларга ажратиш, флотациялаш ва ишқалаб ювиш ҳамда электромагнит майдонида саралаш усулларини қўллаб бойитиш технологияси ишлаб чиқилди, натижада унинг таркибидаги  $\text{SiO}_2$  миқдори 95,6 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  эса 0,10 % бўлган концентрат олинганлиги ва у ПБ-100-2 маркали кварц қумига мос келиши қайд қилинди;

3. Тумрюк кони мирабилитли аралаш тузларнинг хоссаларини ўрганиш натижасида ундан шиша олишда тўғридан-тўғри фойдаланиш мумкин эмаслиги қайд қилинди. Уни селектив қазиб олиш-натрий сульфат эритмаси

билан ювиш, қуритиш, майдалаш усулларини қўллаб бойитиш ҳисобига шиша олишга яроқли бўлган ГОСТ 21458-2015 талабларига мос келувчи 2-навли товар маҳсулоти олиш мумкинлиги кўрсатилди;

4. Глинозёмли (Шўртан ва Устюрт ГКМ), кобальтли ва кўрғошинли (Олмалиқ ТКМК) чиқиндиларни кимёвий, минерал ва донадорлик таркиблари ҳамда физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш натижасида, уларнинг донадорлик (0,1-0,5 мм ўлчамдаги фракциялар салмоғи кам) ва кимёвий таркиблари ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  миқдори юқори) шиша олишга яроқли эмаслиги аниқланди. Уларга иссиқлик ёрдамида ишлов бериш, механик фаоллаштириш, механик саралаш, электромагнит майдонида саралаш, қадоқлаш усулларини қўллаб бойитиш ҳисобига сифатли шишалар олишга яроқли бўлган товар маҳсулоти олиш мумкинлиги исботланди;

5. Оролбўйи ноорганик хомашёлари асосида шаффоф шиша идишларнинг доломитли ва оҳактошли, рангли шишалар асосидаги буюмлар ва идишларнинг ҳамда эмалларнинг омихта таркиблари ишлаб чиқилди, шиша намуналари лаборатория шароитида синтез қилинди ва уларнинг шишаланиш даражаси визуал баҳоланди, уларнинг шишаланиш ҳароратлари ва маромлари белгилаб олинди, шаффоф шиша идишлар ишлаб чиқаришнинг технологияси ишлаб чиқилди ва хомашёларга ишлов бериш параметрлари белгилаб олинди ва замонавий ускуналар танланиб, технологик схемаси тавсия қилинди;

6. Оролбўйи ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан турли идишлар ишлаб чиқариш учун олинган шаффоф ва рангли шишаларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш натижасида, зичлиги 2540 дан 2551  $\text{кг}/\text{м}^3$  гача, ИЧКК-92-96  $10^{-7}$ ,  $\text{град}^{-1}$ , 400-700 нм тўлқин узунлиғи оралиғида нур ўтказиши қобиляти 82-86 % бўлган, сувга чидамлилиқ кўрсаткичи 0,38 дан 0,56  $\text{см}^3$ га тенг бўлган шишалар олишга эришилди;

7. Оролбўйи ноорганик хомашёлар ва саноат чиқиндиларидан олинган шиша эмалларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш натижасида грунт шиша эмалларнинг юмшай бошлаш ҳарорати  $540-545^\circ\text{C}$  оралиғи, зичлиги-2295-2300  $\text{кг}/\text{м}^3$ , сирт таранглиги 0,022-0,027 Н/м, ИЧКК  $111,4-119,7 \cdot 10^{-7}$ ,  $\text{град}^{-1}$ , каби хоссаларга эгаллиги, юза қатлам эмалларининг юмшаш ҳарорати  $510-530^\circ\text{C}$ , микроқаттиқлиги 410,0-422,0 МПа, ялтироқлиги 74-76 %, зичлиги 2405-2430  $\text{кг}/\text{м}^3$ , ИЧКК  $112,73-125,42 \cdot 10^{-7}$ ,  $\text{град}^{-1}$ , бўлган шиша эмал таркиблар олишга эришилди;

8. Янгиариқ кони кварц-дала шпатли қумлари асосида маиший хўжалик буюмлари учун олинган шишаларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш натижасида зичлиги 2545,0-2562,0  $\text{кг}/\text{м}^3$ , микроқаттиқлиги 593,0-608,0 МПа, ИЧКК  $93,45-99,06 \cdot 10^{-7}$ ,  $1^\circ\text{C}$ , 400-700 нм тўлқин узунлиғи оралиғида нур ўтказиш даражаси 80 %, куйдиришнинг

юқори ҳарорати 525°С бўлган ГОСТ 30407-2019 талабларига жавоб берувчи шиша таркиблари олишга тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02/30.12.2019. К/Т.35.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

---

**УРГЕНЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**БАБАЕВ ЗАБИБУЛЛА КАМИЛОВИЧ**

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ  
НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИАРАЛЬЯ И  
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе**

**02.00.15 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент – 2021**

**Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована под номером B2020.2.DSc/T20  
Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.**

Диссертация выполнена в Ургенчском государственном университете  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме))  
размещен на веб-странице Научного совета по адресу: [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) и информационном портале  
«ZiyoNet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научные консультанты:**

**Жуманиязов Махсуд Жаббиевич**  
доктор технических наук, профессор

**Юнусов Миржалил Юсупович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Мирзакулов Холтура Чариевич**  
доктор технических наук, профессор,

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**  
доктор технических наук, профессор

**Эминов Ашраф Маъмурович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Навоийский государственный горный институт**

Защита диссертации состоится «23» ноября 2021 г. в «10<sup>00</sup>» часов на заседании разового  
Научного Совета DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 при Институт общей и неорганической химии.  
(Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77а. тел. (+99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-  
90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей  
и неорганической химии (зарегистрирована за №.13) (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо  
Улугбек, 77а. тел. (+99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90).

Автореферат диссертации разослан «10» ноября 2021 года  
(протокол рассылки №\_13\_от «\_10\_»\_ноября\_2021 года



**Б.С. Закиров**  
Председатель разового Научного  
совета по присуждению ученой  
степени д.х.н., профессор

**Д.С. Салиханова**  
Ученый секретарь разового  
Научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., профессор

**Ш.С.Намазов**  
Председатель разового научного  
семинара при научном совете по  
присуждению учёной степени,  
д.т.н., профессор, академик

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире большое значение придается вопросам использования новых неорганических сырьевых и техногенных ресурсов путем разработки технологии освоения и обогащения, а также использования для производства неорганических материалов с учетом расходов на переработку и транспортировку сырья. Основные свойства неорганических материалов в первую очередь зависят от качества исходного сырья. Многие качественные источники сырья почти исчерпаются, а другие не отвечают нормативным требованиям. Производство изделий из стекла, сырьевыми источниками которого являются неорганические природные и техногенные ресурсы, во всем мире становится одной из важнейших отраслей, определяющих развитие ряда других производств. В связи этим особую актуальность приобретает разработка технологии обогащения неорганического сырья и их использование в производстве различных неорганических материалов, в том числе изделий из стекла.

В настоящее время в мире проводятся научные исследования по обогащению некондиционного и техногенного сырья, по интенсификации технологических процессов производства неорганических материалов, по улучшению их эстетических и эксплуатационных свойств. В этом плане технологии стекла уделяется особое внимание и все шире организуется производство изделий из высокопрозрачного стекла, синтезируются составы стекол различного назначения с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными свойствами.

В республике достигнуты определенные научные и практические результаты в получении кварцевых песков из местного сырья, обогащении их состава и переработке до государственных стандартов, необходимых для производства стеклянных изделий с высокой прозрачностью. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан ставит задачи «Производство новых видов продукции и технологий с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья, обеспечивая тем самым конкурентоспособность отечественных товаров на внутреннем и внешнем рынках»<sup>1</sup>. В этом плане, приобретает особое значение исследование процесса обогащения неорганического и техногенного сырья для получения стекол различного назначения.

Данное диссертационное исследование в определённой степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № ПП-4265 от 3 апреля 2019 г. «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышения ее инвестиционной привлекательности» и в постановлениях от 23 мая 2019 г. № ПП 4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

строительных материалов» а также выполнение задач, изложенных в других нормативных актах, связанных с данной деятельностью, в определенной степени это диссертационное исследование.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII «Химическая технология и нанотехнология».

**Обзор научных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** Научные исследования, направленные по обогащению неорганического сырья и промышленных отходов и получения на их основе стеклоизделий осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе в Massachusetts Institute of Technology (MIT), (США), University of Cambridge (Великобритания), Université de Paris (Франция), University of Science and Technology of China (Китай), Technische Universität München (Германия), Российский химико-технологический университет (Россия), Белорусский государственный технологический университет (Беларусь), Южно-Казахстанский технологический университет имени М. Аvezова, Институт общей и неорганической химии, Ташкентский химико-технологический институт и Ургенчский государственный университет (Узбекистан).

В результате научных исследований, проведенных в мировых ведущих центрах по обогащению кварцевых песков, содержащих оксиды железа, разработке технологий переработки промышленных отходов и созданию прозрачных и цветных стекол на их основе получен ряд научных результатов, в том числе: разработаны составы стекол для получения посуды и стеклоэмалей (РХТУ, (Россия)), разработаны оптимальные параметры обогащения неорганического сырья и промышленных отходов и их производства (Massachusetts Institute of Technology (MIT, США), определены влияние технологических факторов и окислительно-восстановительного потенциала стекольный шихты на качество стекла (Белорусский государственный технологический университет, (Беларусь)), улучшение свойств стекла за счет использования новых типов ингредиентов-модификаторов (University of Science and Technology of China (Китай)).

В мире по получению изделий из стекла путем переработки неорганического сырья и промышленных отходов, проводится ряд исследований, в том числе в следующих приоритетных направлениях: эффективное использование и сохранение природного сырья, использование техногенных отходов в производственном процессе, энергосбережение за счет снижения энергопотребления и температуры и сокращение времени варки стекла, повышение качества продукции и производственных мощностей, снижение себестоимости продукции, освоение специальных видов и технологий стекла.

---

<sup>2</sup> Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации <https://www.mirstekla-expo.ru>, <https://www.glass.org>, <https://glassmanufacturers.net/>, <http://www.lattimer.com> <https://> и других источников.

**Степень изученности проблемы.** По направлению вопросов, рассмотренных в диссертационной работе, проведены и продолжаются научные исследования такими авторами как W. Dusdorf, M. Dehler, S.Jung, М.А.Намpton, М.Кovaces, Н.М. Бобкова, Н.И. Минько, П.Д. Саркисов, М.В. Артамонова, М.Ю., Гулюян, Р. Г. Мелконян, А.А. Аппен, О. В. Казьмина, В. И. Верещагин, К. Ю. Субботин, В.Е. Манеевич, В.И. Киян, Н.Ф. Жернова, Н.А. Ковальченко, А.А. Исматов, Н.А.Сражиддинов, С.С.Касымова, А.Иркаходжаева, З.Р.Кадырова, М.Ю.Юнусов., А.М. Эминов, М.Н. Арипова, Х.Ч.Мирзакулов, М.Ж.Жуманиязов, И.Т. Шамшидинов, И.И. Усманов, О.С. Бобокулова и другие.

Вместе с тем, в настоящее время в области расширения сырьевой базы для получения стекол разработаны технология обогащения неорганического сырья и переработки промышленных отходов и на их основе получали составы стеклянной посуды, строительного и транспортного стекла, стеклоэмалей и сортовых стекол, изучены их эксплуатационные свойства, установлено влияние различных факторов и физико-химических свойств различных концентратов на процесс получения и физико-химические свойства изделий, полученных из природного и техногенного сырья, изучен механизм действия модификаторов на свойства стекла и разработаны технология их применения и рекомендованы принципы их использования в качестве красителей, ускорителей и осветлителей для варки стекла.

Однако использование современных физико-химических исследований для внедрения эффективных технологий обогащения некачественного неорганического сырья, возможность переработки промышленных отходов до уровня годных к употреблению продуктов доказано лабораторными исследованиями, но есть ряд неисследованных аспектов проблемы. Также мало внимания уделяется ускорению процесса стекловарения в результате использования промышленных отходов при производстве изделий из стекла. Возможность достижения положительных результатов даже за счет использования промышленных отходов при производстве цветного стекла изучена недостаточно, в свою очередь, данная диссертация представляет собой научное исследование, посвященное решению вышеуказанных проблем.

**Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация.** Диссертационные исследования проводилось в соответствии с планом НИР Ургенчского государственного университета «Разработка технологии получения народно-хозяйственных товаров на основе минерального сырья и промышленных отходов» и на основе прикладных и инновационных грантов - «Разработка технологии получения стеклоэмалей для металлических поверхностей на основе местных минеральных сырьевых ресурсов и промышленных отходов», «Разработка технологии получение цветного стекла на основе Янгиарыкского кварцевого песка»

**Целью исследования** является изучение особенностей использования и разработки технологии обогащения сырьевых ресурсов неорганического происхождения Приаралья с получением стеклоизделий на их основе.

**Задачи исследования:**

изучение химико-минералогических и гранулометрических составов каолинизированных и полевошпатовых кварцевых песков Ходжакульского и Янгиарыкского месторождений и разработка технологии их обогащения с учетом свойств минеральных примесей;

изучение химического состава и физико-механических свойств глинозёмсодержащего (Шуртанский и Устюртский ГМК), кобальтсодержащего отхода и отходов переработки свинцовых руд (Альмалыкский ГМК) в целях использования их в качестве малых добавок в составе стекла, оценить их пригодность и разработка технологии переработки их с получением товарных продуктов;

определение химическо-минералогического и гранулометрического состава и физико-химических свойств природных мирабилитсодержащих смешанных солей Тумрюкского месторождения, оценка их пригодности для производства стекла и разработка технологии переработки с получением товарного продукта;

определение оптимальных количеств использования глинозёмсодержащего отхода (Шуртанский и Устюртский ГМК), кобальтсодержащего отхода и отхода переработки свинцовых руд (Альмалыкского ГМК) в составе разрабатываемой стеклянной посуды и хозяйственно-бытового стекла и эмалей, получение стекол и изучение их химических, физико-механических свойств;

разработка оптимальных составов стекол с использованием неорганических минеральных ресурсов региона Приаралья, изучение их физико-химических, механических свойств и структуры, разработка технологий производства стеклянной и хозяйственно-бытовой посуды, а также стеклоэмалей;

внедрение полученных результатов в промышленных масштабах и оценка эффективности разработанных технологий.

**Объектами исследования** являются каолинизированные и полевошпатовые кварцевые пески Ходжакульского и Янгиарыкского месторождения, мирабилитовые соли Тумрюкского месторождения, глинозёмсодержащие (отход переработки природного газа), кобальтсодержащие отходы и отходы переработки свинцовых руд (Алмалыкский ГМК), и составы стекольной и хозяйственно-бытовой посуды и стеклоэмали.

**Предметом исследования** являются методы добычи и обогащения каолинизированных и полевошпатовых кварцевых песков, методы переработки техногенных отходов, физико-химические основы процесса получения стеклянной и хозяйственно-бытовой посуды и стеклоэмалей.

**Методы исследования.** Диссертационная работа выполнена с применением стандартных методов рентгенографического, электронно-

микроскопического, ИК-спектроскопического, дифференциально-термического, ЭПР-анализа, химического, и физико-механических методов анализа.

**Научная новизна** заключается в следующем:

изучены составы и структуры каолинизированного Ходжакульского и полевошпатовых кварцевых песков Янгиарыкского месторождений, разработана и обоснована технология реагентного обогащения, в результате чего из каолинизированного кварцевого песка был получен концентрат с содержанием  $\text{SiO}_2$  - 97,8 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,05 %, соответствующий марке кварцевого песка ВС- 050-2, из которого в промышленных условиях можно получить прозрачное стекло, а из кварц-полевошпатового песка получен концентрат с содержанием  $\text{SiO}_2$  -95,6 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,10 % и соответствующий кварцевому песку марки ПБ-100-2, согласно ГОСТ 22551-2019, предусматривающей получить полубелое стекло.

изучен химический состав и физико-механические свойства мирабилита Тумрюкского месторождения, получен товарный продукт 2-го сорта по упрощённой технологии переработки с содержанием (масс.%) сульфата натрия -97,90; минеральных веществ -1,00; галита -0,50; гипса -0,06; эпсомита -0,03;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -0,003; п.п.п.-0,5;

комплексным изучением глинозёмсодержащих, кобальтсодержащих и свинецсодержащих отходов разработаны их технологии переработки с получением товарных продуктов, пригодных для введения в состав стекла как ингредиенты-модификаторы, в результате удалось снизить себестоимость продукции на 6-10 % а температуры варки на 30-50°C;

разработаны составы промышленных стекол в системе  $\text{R}_2\text{O}-\text{R}'\text{O}-\text{R}''_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  (где: R - Na, K; R ' - Mg, Ca, Ba; R '' - B, Al) из неорганического сырья региона Приаралья и промышленных отходов, разработаны технологии получения стеклянной и хозяйственно-бытовой посуды, а также стеклоэмалей на их основе.

**Практические результаты исследований** заключается в следующем:

предложен технологии обогащения неорганического сырья-каолинизированных и полевошпатовых кварцевых песков, позволяющей получит товарной продукции для производства стекольных изделий, разработанные технологии обогащения внедрены в производства;

доказано, что использование промышленных отходов при производстве стеклянной и бытовой посуды, а также стеклоэмали ускоряет процесс варки стекла и снижает стоимость получаемой изделий.

**Достоверность результатов исследований** полученные результаты обоснованы с применением современных методов исследования и подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследований:** Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании основных закономерностей обогащения неорганического сырья региона Приаралья и промышленных отходов, выявленные оптимальные составы и технологические параметры позволяют получить новые представления по

использованию некондиционного сырья и новых ингредиентов-модификаторов, получении стёкол с улучшенными физико-химическими свойствами на их основе. Систематизированные физико-химические, прикладные и технологические основы формирования качественных характеристик стеклоизделий позволяет развивать представления о научной основе формирования новых составов стекол с привлечением вышеуказанных сырьевых ресурсов.

Практическая значимость результатов исследований служат в разработке практических рекомендаций по реализации технологии обогащения неорганического сырья Приаралья и переработки промышленных отходов, результатов исследования подтверждена предложенной и внедрённый в промышленных масштабах, пригодных для производства товарных продуктов марки ВС-030-2 и ПБ-100-2 по ГОСТ 22551-2019, сульфата натрия 2-го сорта по ГОСТ 21458-2015 и ингредиент-модификаторов, позволяет получить стеклянной и хозяйственно бытовой посуды а также стеклоэмалей с пониженной себестоимостью, соответствующих требованиям нормативных документов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных при разработке стеклянной и хозяйственной посуды и стеклоэмалей из каолинизированных и полевошпатовых кварцевых песков:

технология производства прозрачных стекол на основе обогащенного кварцевого песка Хаджакульского месторождения, внедрены на производства, а также включены в “Перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2025 годах” в республики Каракалпакстан (Справка комитета по вопросам промышленности, строительства, транспорта и информационных технологий при Жокаргы Кенеса Республики Каракалпакстан от 2.09.2021 г. №08-579). В результате в Республике впервые получено стекло для изделий с высокой светопрозрачностью.

технология получения стеклянных изделий из обогащённого сырья региона Приаралья и техногенных ресурсов внедрены в предприятиях входящей в состав ассоциации «Узсаноатқурилишматериаллари» (справка № 05/15-2531 ассоциации Узсаноатқурилишматериаллари» от 11 октября 2021 г.). В результате появилось возможность замены привозных дорогостоящих компонентов для производства строительных стеклольных изделий;

технология получения стёкол для зелёной стеклотары на основе обогащённого кварц-полевошпатового песка и техногенных отходов внедрено в производства (справка СП ООО «Хоразм шиша идишлари» от 17.08.2021 г. №77). В результате создана возможность получения стёкол при пониженных температурах (на 30-50°С) и сниженной себестоимостью (на 6-10 %).

**Апробация результатов исследований.** Основные результаты данного исследования обсуждались на 8 международных и 9 республиканских научно-технических конференциях.

**Публикация результатов исследований.** По диссертации опубликовано 50 научных работ, в частности, 22 статьи в научных журналах,

рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, в том числе 15 – в республиканских и 7 – зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации:** Содержание диссертации состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 177 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность работы, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет исследования, изложены соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, описаны научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по внедрению результатов исследования в практику, опубликованным научным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние теорий и практики использования неорганического сырья и промышленных отходов в производстве стекла»** представлен обзор литературы по теме. Дается подробная информация о текущем состоянии, проблемах и перспективах развития использования неорганических и техногенных материалов, о методах их обогащения и использовании их в сфере производства стекла. Также проанализированы состояние и перспективы расширения сырьевой базы и развития стекольной отрасли Узбекистана.

На основании обзора научной литературы сделаны выводы о необходимости создания эффективных технологий использования дешевого и альтернативного сырья в регионе Приаралья для производства промышленных изделий из стекла.

Во второй главе диссертации **«Классификация и методы исследования неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов»** дана классификация первичных материалов и методов их исследования. Объектами исследования являются кварц-каолинизированные пески Хаджакульского месторождения, кварц-полевошпатовые пески Янгиарыкского месторождения, мирабилит Тумрюкского месторождения, глинозёмсодержащие отходы переработки природного газа (Шуртанского и Устюртского ГХК), кобальтсодержащие отход и отход переработки свинцовых руд (Алмалыкский ГМК), Исходное сырье и техногенные ресурсы, а также химический состав стекол определялись традиционными методами. Для определения физико-химических и механических свойств первичного сырья, техногенных отходов и изделий из стекла использовались химические, рентгенофазовые, дифференциально-термические, ИК-спектроскопические и электронно-микроскопические методы исследования.

В третьей главе диссертации **«Неорганические сырьевые материалы Приаралья и техногенные отходы, особенности их использования в стекольной промышленности, разработка технологии их обогащения»**, освещены основные

характеристики исходных сырьевых и техногенных ресурсов, особенности их использования и обогащения. В табл. 1. приведен химический состав исходных сырьевых материалов, используемых в исследованиях.

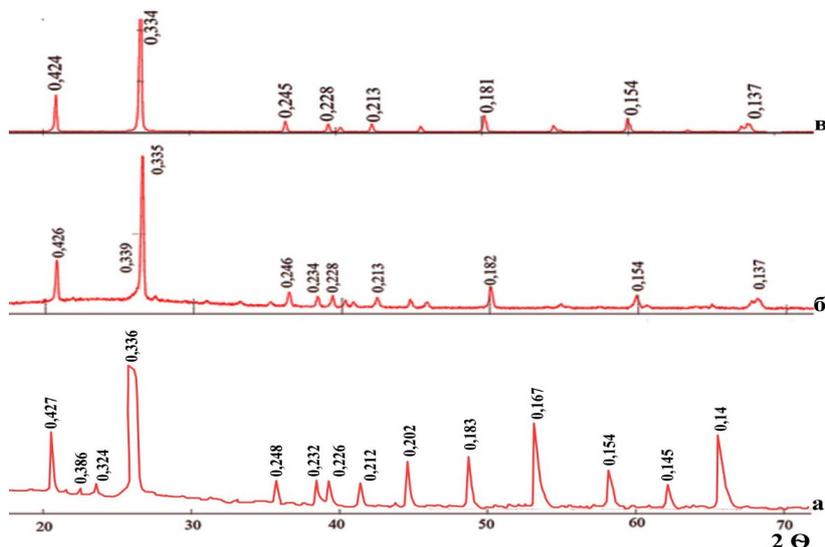
Таблица 1

**Химический состав минеральных сырьевых и техногенных ресурсов, применяемых в исследованиях**

Наименования сырья и его источника	Содержание оксидов, масс.%									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	П.п.п.	Σ
Кварцевый песок *, Ходжакульское	98,57	0,82	0,03	0,27	0,05	0,07	0,14	-	0,5	100,00
Кварц- полевошпатовый песок *, Янгиарыкское	97,50	0,87	0,10	0,22	0,05	0,07	0,14	-	1,5	100,00
Доломит, Курдана	1,30	0,23	0,02	31,30	19,40		0,17		48,1	100,00
Сода кальцинированная (КСЗ)	-	-	0,03	-			58,50	0,04	41,5	100,00
Мирабилит, Тумрюкское	1,01	0,38	0,03	0,60	0,15		41,26	54,42	2,16	100,00
Глинозёмсодержащий отход (Шуртанское ГХК)	0,14	98,50	0,01	-	-	-	-	-	0,45	100,00
Полевой шпат, Кызылсайское	68,91	16,81	0,17	0,55	0,30	9,98	2,92		0,36	100,00
Известняк, Джамансайское	0,11	0,17	0,10	54,13	0,80		0,17		44,52	100,00
Отход переработки свинцовых руд **	6,78	7,06	4,26	26,23	15,48	-	0,78	0,94		100,00
Кобальтсодержащий отход ***	45,52		0,19	16,16						100,00
Примечание- * - обогащенные образцы; ** - содержит 3,13% PbO и 3,15% BaO; *** - содержит 36,31% Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и 0,10% WO <sub>3</sub>										

При исследовании исходных образцов выделенного кварцевого песка Ходжакульского месторождения в рентгеновской фазе выявлены следующие межплоскостные расстояния: 0,425; 0,335; 0,246; 0,228; 0,224; 0,1978; 0,1818; 0,1671; 0,154 нм. относящейся к β-кварцу (рис. 1. а). Кроме того, дифракционные линии в диапазоне 0,320; 0,285; 0,248 нм. указывает на присутствие полевого шпата. Рентгенофазовый анализ кварцевого песка Ходжакульского месторождения проводилось также в отожжённых образцах при температуре 900°C. Согласно полученным результатам (рис. 1.б), повышение температуры в кварцевом песке незначительно менялось в зависимости от интенсивности межплоскостных расстояний, соответствующих α-кварцу, и в данном случае дифракционные пики, соответствующие длинам волн 0,620; 0,531; 0,511; 0,440; 0,422; 0,415; 0,311; 0,263; 0,222; и 0,211 нм. относится к α-кристобалиту, что свидетельствует о полиморфном превращении кварца. Как видно из таблицы, образец кварцевого песка изменился с α-кварцевой формы на α-кристобалитовую

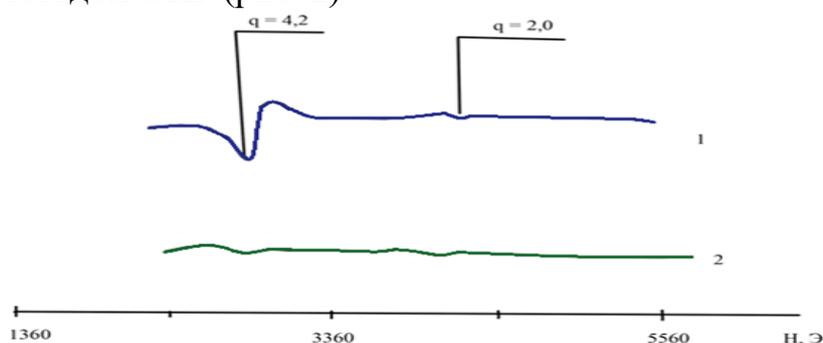
форму при 900°C. Исследовалось также фазовое изменение данного кварцевого песка после обжига при температуре 1350°C (рис. 1. в), в результате чего, обнаружены дифракционные пики 0,406, 0,285; 0,252; 0,213 0,170 нм который принадлежит  $\alpha$ -кристобалиту, а также имеется дифракционные линии с длиной волны и пониженной интенсивностью 0,334; 0,245; 0,225; 0,223; 0,197; 0,181 нм – принадлежащий кварцу.



**Рис. 1.** Рентгенофазовый анализ кварцевых песков Ходжакульского месторождения, исходной и проб обожженных при разных температурах: А-исходная проба; б- обожженная проба при температуре-900°C; в- обожженная проба при температуре 1350 °C.

При обогащении пробы, отобранные с месторождения, обогащались методами промывки, протирки, классификации, сортировки в электромагнитной поле. Химический состав отобранных проб по стадиям обогащения приведён в таблице 2.

По результатам физико-химического анализа кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения общее количество зерен с гранулометрическим составом 0,1-0,4 мм песка колебалось от 82,00 до 87,20%. В песке были обнаружены такие минералы, как мусковит, биотит, сфен, хлорит, кальцит, лимонит, гетит и ортоклаз. В результате изучения физико-механических свойств этих минералов выбраны оптимальные методы их отделения из песка. Кроме того, для изучения координационного состояние ионов железа в кварцевом песке исходный образец был исследован методом ЭПР (рис. 2).



**Рис 2.** Результаты исследований ЭПР-анализа кварцевых песков Янгиарыкского месторождения  
1 - необогащенная проба, 2 - проба после обогащения

В кристаллических и стекловидных телах ионы железа ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) спектральные линии ЭПР формируются при значениях коэффициентов спектроскопического разделения  $q=2,0$  и  $q=4,0$ . По результатам анализа линии

в интервалах  $q = 4,1 \div 4,3$  принадлежат координатному состоянию или группе  $[\text{FeO}_4]$ , а при  $q = 2,0$  - октаэдрическим группам -  $[\text{FeO}_6]$ . Видно, что интенсивность линий ЭПР высока в необогащённых песках, в то время как интенсивность снижается в обогащённых образцах. Товарный продукт после обогащения кварц-полевошпатового песка Янгиарыкского месторождения приведены в табл.2.

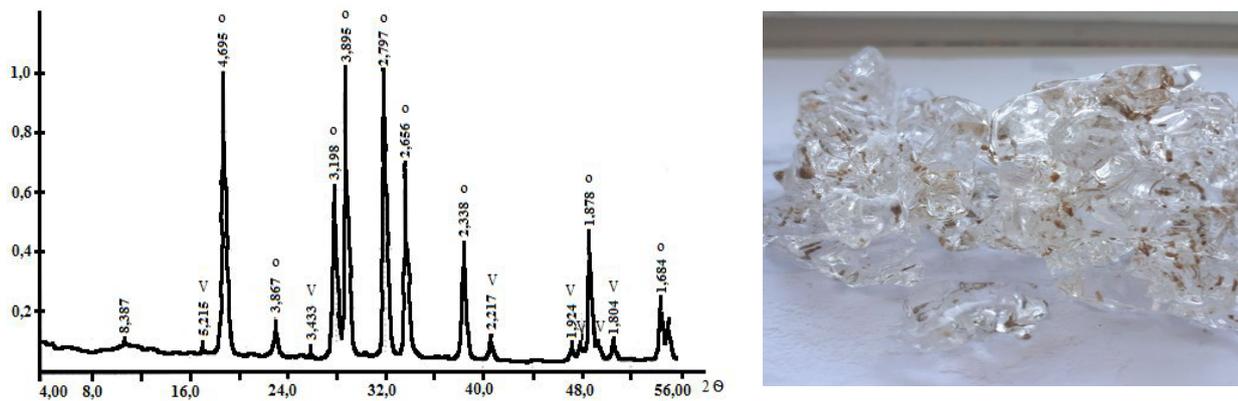
**Таблица 2**

**Товарные продукты и их химический состав полученных по стадиям обогащения из песков Ходжакульского и Янгиарыкского месторождения**

Образцы	Содержания основных компонентов по стадиям обогащения, мас. %			Марка песка по ГОСТ 22551-2019
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	
	Исходный образец			
Х-К1	95,80	2,00	0,14	ПБ-150-1
Я-К1	86,06	2,64	1,25	-
	после классификации			
Х-К2	96,00	1,9	0,10	ПБ-100-2
Я-К2	89,50	1,54	1,00	-
	после промывки и классификации			
Х-К3	96,10	1,8	0,09	ПБ-100-1
Я-К3	92,50	1,50	0,8	-
	после промывки, сушки, классификации и электромагнитной сепарации			
Х-К4	97,80	1,20	0,05	ВС-050-2
Я-К4	95,6	0,5	0,1	ПБ-100-2

Известно, что при производстве стекла в качестве легкоплавкого щёлочесодержащего сырья и в качестве обесцвечивателя, ускорителя и осветлителя используется сульфат натрия, считающий в данный момент в условиях Узбекистана дефицитным и дорогостоящим компонентом. В связи с этим нами изучены и разработаны упрощённая технология получения сульфата натрия из мирабилита Тумрюкского месторождения. Изучен характеристика мирабилита и строение карьера. Установлена, что в составе мирабилита в качестве примесей встречается галит, гипс, эпсомит и небольшое количества минеральных глинистых примесей. Наши исследования были сосредоточены на селективном извлечении минеральных солей из карьера и их переработка в целях получения товарного продукта по ГОСТ 21458-2015 “Сульфат натрия кристаллизационный. Технические условия”. Согласно предварительным исследованиям, количество смешанных солей в месторождении следующее (например, в %): мирабилит 70,00 - 98,70; гипс - 0,10-3,30; эпсомит - 0,06-2,40; галит и карбонат - 0,20-0,30; водонерастворимые минералы - 0,40-25,00. Химический состав пробы исходной соли -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  - 30,81;  $\text{MgSO}_4$  - 0,68;  $\text{NaCl}$  - 0,38;  $\text{CaSO}_4$  составляет

0,08, а остальное - вода. Разработана технология переработки мирабилита по следующей последовательности: селективная добыча → промывка горячим раствором сульфата натрия → сушка → измельчение → упаковка готового продукта. В результате чего получен товарный продукт 2-го сорта сульфата натрия по ГОСТ 21458-2015 пригодного для получения стеклоизделий содержащий следующие ингредиенты: сульфат натрия- 97,90; минеральные вещества- 1,00; галит- 0,50; гипс- 0,06; эпсомит- 0,03;  $Fe_2O_3$  - 0,003; п.п.п.-0,5. Рентгенофазовый анализ и фотография сухой смеси солей Тумрюковского месторождения после обогащения представлены на рисунке 3. По полученным данным, образцы содержат минералы галит (5,316; 3,433 нм), гипс (1,924; 1,804 нм) и кварц (3,217 нм), а также сульфат натрия.



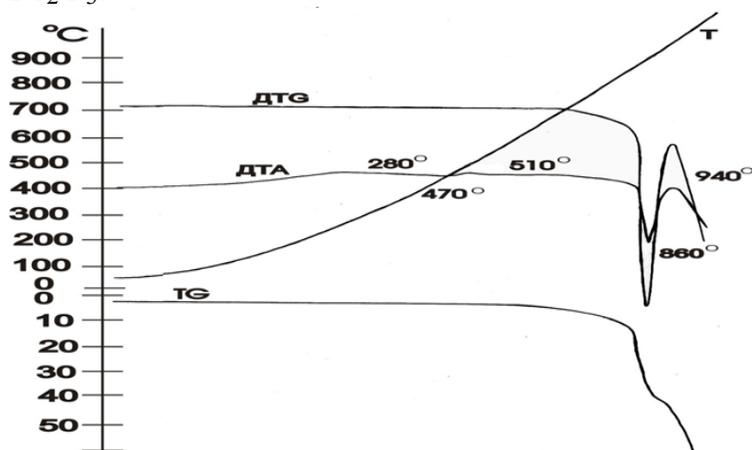
**Рисунок 3. Рентгенограмма солей мирабилита Тумрюковского месторождения (а) и фотография соли мирабилита (б):○ - сульфат натрия; v - смешанные минералы**

С целью удешевления изделий из стекла технический глинозём, входящий в его состав, был заменен глинозёмсодержащим отходом, образующимся при переработке природного газа. Изучены физические, механические и химические свойства этих отходов, были установлены что его прямое использование в стекольной промышленности не приемлемы из-за его химического и гранулометрического состава. Химический состав глинозёмсодержащего отхода (исходная проба, в масс.%)  $Al_2O_3$  -85,30;  $SiO_2$  - 3,10;  $Fe_2O_3$  -0,92;  $CaO$  -1,13;  $MgO$  -1,05;  $Na_2O$  -0,41;  $K_2O$  -0,16;  $V_2O_5$  -0,10. п.п.п. (органические примеси)-7,83. Предполагалось, что существующие органические примеси в составе отхода приводят к “холмозу” в процессе варки, а гранулы с большим размером усложняют процесс варки. В связи с этим, нами разработана технология подготовки глинозёмсодержащего отхода, включающего следующие циклы: обжиг (при  $T=1300^{\circ}C$ ) → механоактивация → сортировка → электромагнитное разделение → упаковка. В результате получен концентрат с содержанием  $Fe_2O_3$ - 0,16 % соответствующий к марке ГСМ по ГОСТ 3559-98, пригодные для получения огнеупорных и керамических изделий, катализаторов и стекол.

Изучены химический, минералогический и гранулометрический состав кобальтосодержащих отходов Алмалыкского ГМК с целью возможности их использования в производстве стекла в качестве красителя для получения цветного стекла и как компонент повышающей коэффициент сцепления

стеклоэмали к металлу. Его химический состав (масс.%)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  -36,31;  $\text{SiO}_2$  - 45,52;  $\text{CaO}$  -16,16;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - 0,19;  $\text{WO}_3$ - 0.10. Высокое содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и несоответствие гранулометрического состава предопределяет разработку технологии его обогащения. В связи с этим, разработана технология обогащения кобальтсодержащего отхода, включающего стадии: сушка→ механоактивация (помол) → сортировка→ электромагнитное разделение→ упаковка. В результате получен концентрат с содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - 0,06 % по химическому и гранулометрическому составу отвечающий требованиям ГОСТ 4467-79. Полученный концентрат рекомендован для выделения оксида кобальта для использования в качестве красителя в процессе получения глазурей, эмалей и цветных стекол.

В целях повышения эстетических показателей (блеска и показателя преломления и др.) хозяйственно-бытовой посуды рекомендуется применять такие оксиды как  $\text{BaO}$ ,  $\text{PbO}$  и др. В нашем случае рекомендованы и успешно апробированы отходы переработки свинцовых руд (Алмалыкский ГМК), содержащие в своем составе одновременно оба оксида. Гранулометрический состав отхода: (масс.%) -1,00 +0,10 мм-28,48; -0,10+0, 50мм-47,60; -0,50+1,00 мм-7,52; более 1,0-16,40. Химический состав отхода (в масс.%) :  $\text{SiO}_2$ -6,78;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -7.06;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -4,26;  $\text{CaO}$ -26,23;  $\text{MgO}$ -15,48;  $\text{PbO}$ -3,13;  $\text{BaO}$ -3,16;  $\text{Na}_2\text{O}$ -0,78;  $\text{SO}_3$  -0,94; п.п.п-32,18. Результаты дифференциально-термического анализа отходов представлены на рисунке 4. Согласно результатам, эндоэффект, сформированный при  $280^\circ\text{C}$ , обусловлен сгоранием в нем органических соединений, а при  $510^\circ\text{C}$  небольшой эффект обусловлен полиморфным изменением  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в образце, согласно которому  $\gamma$ -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  переходит в  $\alpha$ -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .



**Рис.4. Результаты дифференциально-термического анализа отхода переработки свинецсодержащих руд Алмалыкского ГМК**

Эндоэффект при  $860^\circ\text{C}$  обусловлен диссоциацией карбонатного соединения. Экзоэффект  $940^\circ\text{C}$  может быть связан с образованием в образце новых типов соединений. Экспериментами установлены прямое потребление данного отхода в стекловарении не приводит к положительным результатам, т.к. в его составе содержится повышенная концентрация оксида железа,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ . С целью получения товарного продукта, подходящего для получения стекла, отвечающего нормативным требованиям, разработана технология обогащения данного отхода, включающего следующие стадии: обжиг (при  $T=900^\circ\text{C}$ )→механоактивация (помол) → сортировка

→электромагнитное сепарация→упаковка. В результате чего получен концентрат с содержанием  $Fe_2O_3-0,10$  и  $SO_3-0,04$ , которые можно применять его в качестве ингредиента-модификатора для получения стекол и стекловидных покрытий.

В четвёртой главе диссертации, озаглавленной «**Физико-химические основы возможности использования неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов для производства стекольных изделий**», исследованы возможности получения стекол с содержанием переработанного глиноземсодержащего отхода, синтезированы и исследованы свойства образцов стекол с содержанием сульфата натрия полученного по упрощенной схеме из мирабилита Тумрюкского месторождения, изучено влияние переработанных кобальтсодержащих отходов на процесс окрашивания и адгезии стекломассы, исследованы влияние переработанных отходов обогащения свинцовых руд на свойства стекол.

В пятой главе диссертации «**Разработка составов стеклоизделий и технологии производства на основе неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов**» разработаны составы стеклянной тары для производства прозрачного стекла на основе кварцевого песка Ходжакульского месторождения. Были разработаны 8 составов стекол и исследованы их свойства. Составы стекол приведены в табл. 3.

**Таблица 3**

**Составы шихт для производства прозрачного стекла на основе кварцевого песка Ходжакульского месторождения.**

№	Кварц песок	Доломит	Кальцинир. сода	Глинозёмсод. отход	Сульфат натрия	$\Sigma$
ШИ-АТ	62,49	14,78	19,93	1,94	0,80	100,0
ШИ-1	63,51	14,30	20,26	1,09	0,84	100,0
ШИ-2	63,20	14,32	20,14	1,50	0,84	100,0
ШИ-3	62,92	14,53	20,01	1,67	0,84	100,0
ШИ-4	62,07	15,38	19,59	2,11	0,84	100,0
ШИ-5	61,65	16,01	18,75	2,32	1,26	100,0
ШИ-6	61,22	16,64	18,32	2,53	1,26	100,0
ШИ-7	60,83	17,06	17,90	2,95	1,26	100,0
ШИ-8	60,33	16,45	18,56	3,37	1,26	100,0

Подготовка стекольной шихты проводилось по традиционной общепринятой технологией. Варка опытных стекол осуществлялась в лабораторных условиях в электрической печи с силитовыми нагревателями и корундизитовыми тиглями вместимостью 100 мл. Температура варки  $1430 \pm 20^\circ C$ , время выдержки при максимальных температурах – 40 мин.

Проверку готовности стекломассы для выработки определяли путем пробы «на нить» и «лепешку». Проба «на нить» состоит в том, что из расплава железным стержнем вытягивают нитку, которая при готовой стекломассе должна быть гладкой, блестящей и без узлов. Все составы стекол по визуальным характеристикам проварились хорошо. На основе обогащенного Ходжакульского кварцевого песка нами разработаны составы

стекло для консервной тары с применением известняка Джамансайского месторождения. Составы разработанных стекол приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Состав стекловой шихты с применением известняка для производства прозрачного стекла на основе кварцевого песка Ходжакульского месторождения**

№	Наименование сырья	Составы, %					
		Ош-1	Ош-2	Ош-3	Ош-4	Ош-5	Ош-6
1	Кварцевый песок	55,60	55,27	54,94	54,44	53,97	53,52
2	Известняк	15,55	16,10	16,48	16,87	17,24	17,59
3	Полевой шпат	9,37	9,60	9,90	10,44	10,95	11,43
4	Кальцинир. сода	17,99	17,61	17,26	16,87	16,49	16,14
5	Сульфат натрия	1,49	1,42	1,42	1,38	1,35	1,32
	Σ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Подготовка шихты, варка и оценка качества варки стекол осуществлялось аналогичным образом как в доломитизированных шихтах. Температура варки  $1400 \pm 20^\circ\text{C}$ . Скорость подъема температуры составляла  $250^\circ\text{C}/\text{час}$ , выдержка при максимальной температуре -1 ч. Стекла выработывали отливкой в металлические формы с последующим отжигом в муфельной печи при температуре  $600^\circ\text{C}$ . Отожженные стекла подвергли визуальному осмотру. Оценили провар, наличие кристаллических включений и свилей, степень осветления стекломассы. Все составы стекол по визуальным характеристикам проварились хорошо.

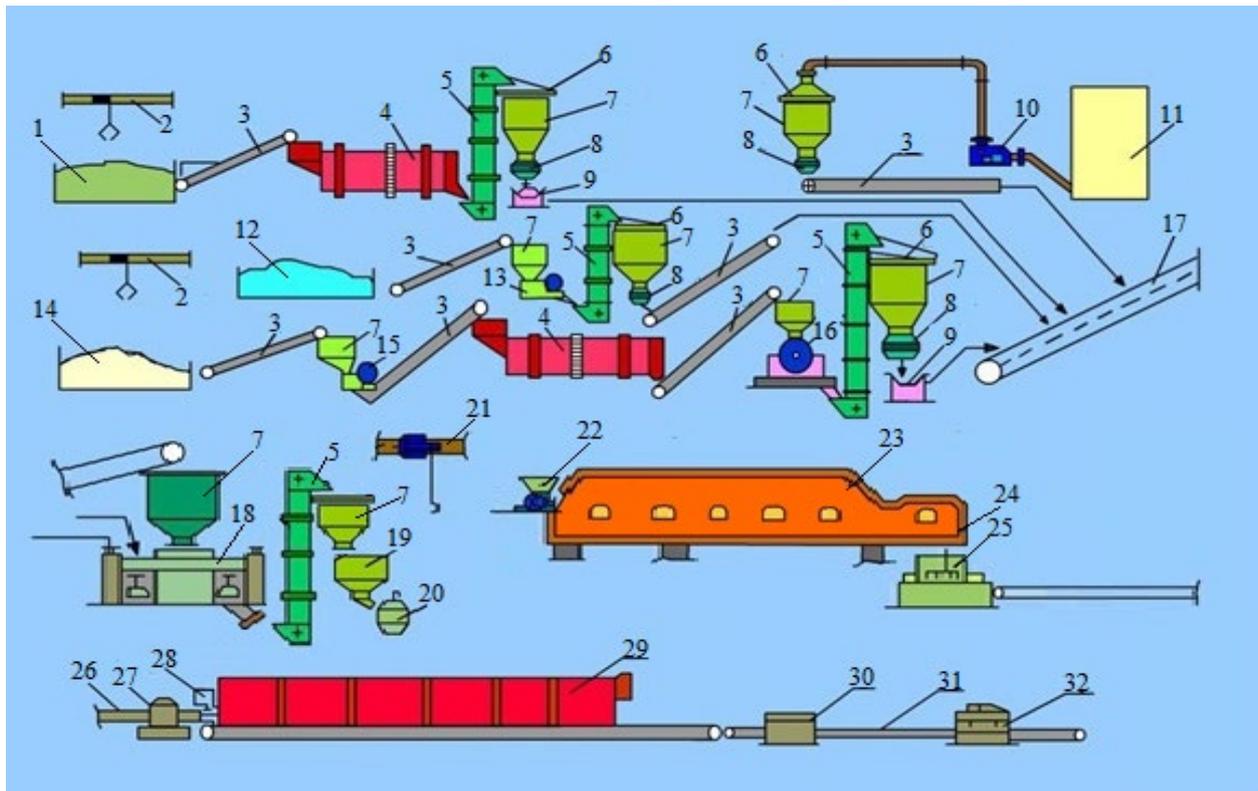
Также в этой главе на основе обогащенных кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения были проведены исследования по разработке составов цветного стекла для хозяйственно-бытовой посуды. В качестве прототипа был взят состав стекла содержащий следующие ингредиенты:  $\text{SiO}_2$  -74,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -5,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -0,3;  $\text{CaO}$  -2,1;  $\text{MgO}$  -0,2;  $\text{K}_2\text{O}$  -5,3;  $\text{Na}_2\text{O}$  -11,9;  $\text{SO}_2$ -0,5. Составы разработанных стекол приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Состав стекломассы, предназначенной для бытового стекла**

№	Компоненты шихты и их месторождения	Составы и содержание (мас.%)				
		МБ-РА	МБ-Р1	МБ-Р2	МБ-Р3	МБ-Р4
1	Кварц.песок, Янгиарыкское	57,16	58,16	59,16	60,16	61,16
2	Кальцинированная сода	20,17	19,97	19,77	19,57	19,37
3	Сульфат натрия, Тумрюк	1,25	0,95	0,65	0,35	0,05
4	отходы обогащения свинцовых руд АГМК	0	10,00	15,00	20,00	25,00
5	Полевой шпат, Кызылсай	20,17	19,97	19,77	19,57	19,37

На основе полученных данных разработана технологическая схема, которая представлена на рис. 5.



**Рисунок 5 Усовершенствованная технологическая схема производства стеклотары.** 1 – отсек кварцевого песка; 2 – грузоподъемный крана; 3 – ленточный конвейер; 4 – барабанная сушилка; 5 – элеватор; 6 – вибросито; 7 – бункер; 8 – дозатор; 9 – ленточный конвейер; 10 – пневмонасос; 11 – силоса; 12 – бой стекла; 13 – дезинтегратор; 14 – отсек для известняка; 15 – щековая дробилка; 16 – шаровая мельница; 17 – сборочный конвейер; 18 – смеситель; 19 – бункер; 20 – кубель; 21 – электротельфер; 22 – загрузчик шихты; 23 – стекловаренный печь; 24 – питатели; 25 – формовочная машина; 26 – ластинчатый конвейер; 27 – установка для поверхностного упрочнения; 28 – переставитель стеклоизделий; 29 – печь отжига; 30 – сортировочных машин; 31 – пластинчатый конвейер; 32 – упаковочная машина

При проектировании стекольной шихты было учтено следующее:

помимо обогащенного кварцевого песка в составе шихты стекол было целесообразным использование полевого шпата, кальцинированной соды и отходов обогащения свинцовой руды;

$K_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$  добавляются в стекло одновременно с помощью полевого шпата, что позволяет снизить количество некоторых дорогостоящих компонентов;

присутствие в высоком количестве  $CaO$  (26,23%) и  $MgO$  (15,48%) в отходах, образующихся при обогащении свинцовой руды, позволяет получать стекло без включения доломитового сырья в стекольную шихту;

наличие 7,06%  $Al_2O_3$  в отходах, образующихся при обогащении свинцовой руды, позволяет извлекать из них стекло без использования технического глинозёма или глинозёмсодержащего отхода;

присутствие  $BaO$  (3,15%) и  $PbO$  (3,13%) в отходах обогащения свинцовых руд может улучшить декоративные свойства стекла.

В этой главе также представлены результаты научных исследований по разработке зеленых стекол для стеклянной тары на основе кварц-полевошпатовых песков Янгиарикского месторождения (см. табл. 6). В

качестве прототипа был взят состав стекла, содержащий следующие ингредиенты (в мас.%):  $\text{SiO}_2$  -71,97;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -2,52;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -0,21,  $\text{CaO}$  -6,03,  $\text{MgO}$  -3,96,  $\text{Na}_2\text{O}$  -14,97,  $\text{SO}_2$ -0,24.

Таблица 6

Составы зеленого стекла для стеклянной посуды на основе обогащенного кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения.

Составы	Содержание оксидов, масс. %							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	$\Sigma$
ШИ-АТ-Я	71,97	2,52	0,21	6,03	3,96	14,97	0,24	100,0
ШИ-Я-1	72,00	2,50	0,21	6,03	3,90	14,90	0,20	100,0
ШИ-Я-2	71,00	2,51	0,20	6,10	3,93	14,97	0,22	100,0
ШИ-Я-3	70,00	2,52	0,19	6,12	3,95	15,00	0,24	100,0

В качестве сырьевых материалов были использованы обогащенный кварц-полевошпатовый песок Янгиарыкского месторождения, доломит месторождения Курдана, переработанный глинозёмсодержащий отход, кальцинированная сода, сульфат натрия. Подготовка стекольной шихты проводилась по традиционной общепринятой технологии. Варка опытных стекол осуществлялась в лабораторных условиях в электрической печи с силитовыми нагревателями и корундизитовыми тиглями вместимостью 100 мл. Температура варки  $1430 \pm 20^\circ\text{C}$ , время выдержки при максимальных температурах -40 мин. Проверку готовности стекломассы для выработки определяли путем пробы «на нить» и «лепешку». Проба «на нить» состоит в том, что из расплава железным стержнем вытягивают нитку, которая при готовой стекломассе должна быть гладкой, блестящей и без узлов. «Лепешка» стекла в изломе не должна иметь видимых включений. Все составы стекол по визуальным характеристикам проварились хорошо.

Также были разработаны составы грунтовых и покровных стеклоэмалей. Грунтовые эмали разработаны на основе обогащенного кварц-полевошпатового песка Янгиарыкского месторождения а покровные эмали на основе обогащенного кварцевого песка Хаджакульского месторождения. Состав грунтовой стеклоэмали разрабатывался для металла 0,8 кп, учитывая его КЛТР. Составы грунтовых эмалей приведены в табл. 7. В качестве прототипа был взят состав (в мас ,%):  $\text{SiO}_2$  - 43,4;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 7,0;  $\text{CaO}$  - 12,6;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 21,6;  $\text{V}_2\text{O}_3$  - 14,4;  $\text{CoO}$  - 0,4;  $\text{NiO}$  - 0,6. Варка опытных стеклофритт осуществлялась в лабораторных условиях в электрической печи с силитовыми нагревателями и корундизитовыми тиглями вместимостью 100 мл. Температура варки  $1250 \pm 20^\circ\text{C}$ , время выдержки при максимальных температурах – 40 мин.

Также на основе обогащенного Хаджакульского кварцевого песка разработаны составы покровных стеклоэмалей. В качестве сырьевых ресурсов были использованы обогащенный кварцевый песок Хаджакульского месторождения, кальцинированная сода, борная кислота, оксид титана, переработанный глинозёмсодержащий отход, ортофосфатная кислота, известняк, поташ, переработанный кобальтсодержащий отход, флюорит.

Таблица 7

**Составы грунтовых стекломалей на основе обогащенного кварц- полевошпатовых песков Ягиарыкского месторождения**

Составы	Кварц. песок	Переработанный отход обогащения свинецсодерж. руд	Кальц. сода	Переработанный глинозёмсодерж. отход	Борная кислота	Переработанный кобальтсодерж. отход
Гэ-1	48,00	20,00	19,50	5,59	10,50	2,50
Гэ-2	46,00	22,00	19,50	5,44	10,50	2,50
Гэ-3	44,00	24,00	19,50	5,30	10,50	2,50

Подготовка сырьевых материалов и получение шихты осуществлялось по общепринятой силикатной технологии. Варка опытных стеклофритт осуществлялась в лабораторных условиях в электрической печи с силитовыми нагревателями и корундизитовыми тиглями вместимостью 100 мл. Температура варки  $1300 \pm 20^\circ\text{C}$ , время выдержки при максимальных температурах – 40 мин. Также по полученным данным разработана технология получения стекло бутылок и стекломалей.

Таблица 8

**Составы покровной стекломалей на основе обогащенного кварцевого песка Хаджакульского месторождения**

Составы	Содержание оксидов, масс. %									
	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	RO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*F <sub>2</sub>
Юэ-1	38,00	15,00	8,00	4,00	16,00	2,00	11,00	5,00	1,00	5,50
Юэ-2	40,00	15,00	7,00	4,00	14,00	2,00	12,00	5,00	1,00	5,50
Юэ-3	42,00	14,00	6,00	4,00	14,00	2,00	13,00	4,00	1,00	4,50
Юэ-4	44,00	13,00	5,00	3,00	14,00	2,00	14,00	4,00	1,00	4,50
Юэ-5	46,00	12,00	4,00	3,00	14,00	2,00	15,00	3,00	1,00	3,50
Юэ-6	48,00	11,00	3,00	2,00	14,00	2,00	16,00	3,00	1,00	3,50

\* Добавлен сверх к 100%

Закрепление стекломалевого шликера на поверхности металла осуществлялось термическим методом в электрической муфельной печи при температурах  $700-800^\circ\text{C}$  в течение 5-7 минут. Покровные стекломалевого покрытия для нанесения сверх грунтовых покрытий готовили также стандартным способом. Методом облива наносилось на поверхность опытных образцов. Процесс облива повторялось 2-3 раза. Сушка подготовленных образцов осуществлялось в умеренном режиме при температуре  $100^\circ\text{C}$  в течение 4 часов. Высушенные образцы обжигались в силитовой печи при температуре  $800^\circ\text{C}$  в течение 4-6 мин. Качество покрытий определяли визуально.

В шестой главе диссертации под названием «**Физико-механические свойства стекол полученные из неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов и промышленная апробация**» исследуются физико-химические и механические свойства прозрачного и цветного стекла,

а также грунтовых и покровных стеклоэмалей из неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов. Исследованы плотность, термостойкость, химическая стойкость, механическая прочность и эстетические свойства (блеск и прозрачность) и другие показатели образцов стекол. На основе разработанных составов ШИ-6, ШИ-7, ШИ-8 предусматривалось производить стекло для узкогорлой стеклотары, которое должно соответствовать требованиям ГОСТ 32131-2013, а на основе составов Ош-4, Ош-5 и Ош-6 разрабатывалось широкогорлая стеклянная посуда для консервирования согласно ГОСТ 5717.1-2014, введенного в странах СНГ. Также разработанный состав зеленой стеклотары ШИ-Я-3, предназначалось для производства стеклотары соответствующей требованиям ГОСТ 32131-2013 в целях разлива малоалкогольных напитков. Исследование проводилось по методике, описанной в главе 2 диссертации. Полученные результаты представлены в таблице 9.

Исследование плотности прозрачного и зеленого стекла, полученного на основе обогащенных песков Хаджакульского и Янгиарикского месторождений, проводилось по методике, описанной в главе 2. Все полученные составы прошли экспериментальные испытания на соответствие требованиям государственных стандартов по светопропусканию в диапазоне 400-700 нм. Показатель водостойкости образцов стекла по расходу 0,01 моль/дм<sup>3</sup> конц. НС1 (в см<sup>3</sup>) оценивался и определялся в соответствии с ГОСТ 33202-2019. Было замечено, что значение этого показателя увеличивается с повышением содержания в стекле щелочных оксидов. Были изучены параметры, соответствующие процессу умеренного охлаждения стекла, и были рассчитаны верхняя ( $T_{\text{верх}}$ ) и нижняя ( $T_{\text{нижн}}$ ) температуры отжига, проводимого для снятия напряжения, которое может оставаться в их слоях, полученные результаты приведены в таблице 10.

**Таблица 10**

**Расчетные параметры процесса отжига полупрозрачного и зеленого стекла, полученного из неорганического сырья и промышленных отходов Приаралья.**

Показатели	Шиша таркиблари						
	ШИ-Я-3	ШИ-6	ШИ-7	ШИ-8	Ош-4	Ош-5	Ош-6
$T_{\text{верх. отжига}}, ^\circ\text{C}$	515	525	520	525	510	515	520
$T_{\text{нижн. отжига}}, ^\circ\text{C}$	130	120	120	130	120	120	120

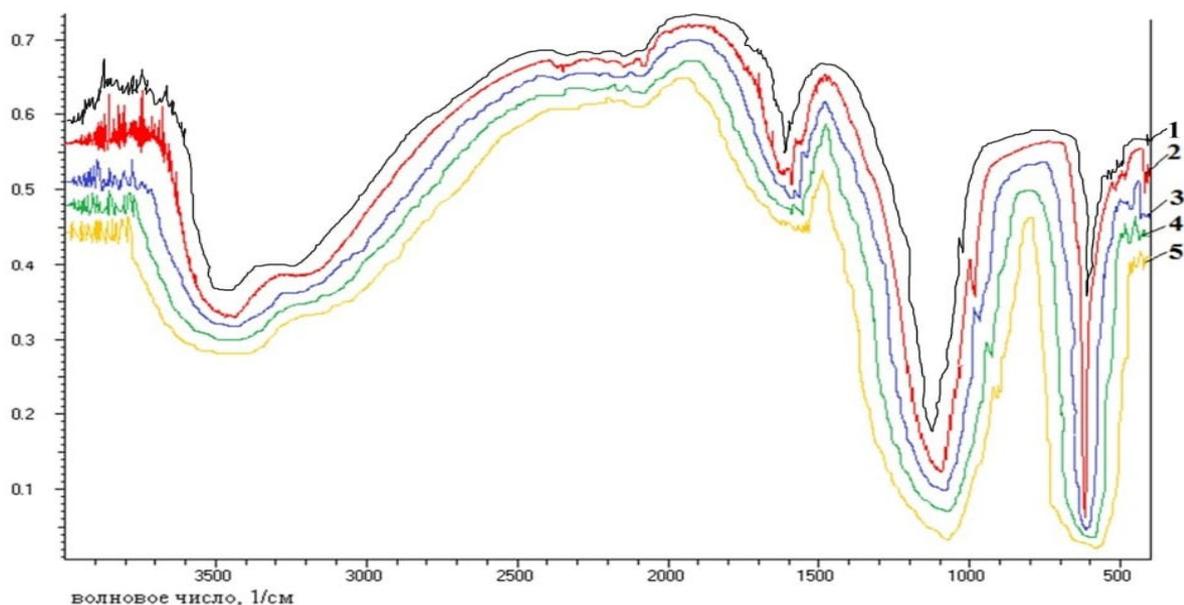
Еще одним из важных показателей в производстве стеклянной посуды – это индекс вязкости, который очень важен при ее формировании в машинах. Исследование вязкости стекла под действием температуры проводилось расчетным путем, и установлены, что показатель вязкости экспериментальных составов синтезированных стекол соответствуют вязкостным характеристикам типовых традиционных промышленных стекол. Также подвергалось к ИК- спектроскопическому исследованию экспериментальные составы синтезированных стекол.

Таблица 9

**Результаты исследования физико-химических и механических свойств стекла из неорганического сырья**  
**Приаралья и промышленных отходов**

Свойства стекла	Составы стекла									
	требование ГОСТ 32131-2013	ШИ- Я-3	ШИ-6	ШИ-7	ШИ-8	требовани еГОСТ 5717.1- 2014	Ош-4	Ош-5	Ош-6	
плотность, кг/м <sup>3</sup> (ГОСТ 9553)	2540,0	2548,0	2541,0	2550,0	2551,0	2540,0	2540,0	2545,0	2550,0	
Термостойкость, число теплосмен	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
Микротвердость, МПа	-	596,0	596,0	593,0	596,0	-	593,0	602,0	598,0	
КТЛР, $\alpha$ 10 <sup>-7</sup> , 1/°С, в пределах температур от 20°С до 400°С (ГОСТ 10978)	92,00	93,00	93,00	96,00	93,00	92,00	91,00	94,00	93,00	
Светопропускание в области 400-700 нм спектра, %	Не менее 70	71,0	71,0	74,0	72,0	не менее 70	69,0	76,0	75,0	
Водостойкость, расход моль/дм <sup>3</sup> конц. HCl, см <sup>3</sup> , (ГОСТ 33202)	от 0,20 до 0,85	0,38	0,45	0,38	0,40	От 0,20 до 0,85	0,56	0,50	0,56	
Давление двуокси углерода (CO <sub>2</sub> ) в бутылке, кПа, при (20±1)°С	230 дан кам эмас	250	-	235	-	-	-	245	-	
Внутреннее гидростатическое давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	0,49	0,51	-	0,54	-	не менее 0,49	-	0,55	-	

Результаты ИК-спектрального анализа образцов стекол представлены на рисунке 6.



**Рис. 6. ИК-спектры опытных стекол**

1-состав ШИ-Я-3; 2 состав ШИ-7; 3- состав ШИ-8; 4- состав Ош-4; 5- состав Ош-5

В диссертации исследованы физико-химические и механические свойства стеклоэмалей, полученных из неорганического сырья и промышленных отходов Приаралья. Качественные показатели исследованных грунтовых стеклоэмалей приведены в таблице 11. Из данных таблиц 11 наиболее оптимальным по качественным показателям считается состав стеклоэмали Гэ-3, которые является близким к стандартным составу ЭСГ-31. На основе дифференциально-термического анализа изучен процесс разжижения и послойного образования покровных стеклоэмалей. По результатам дифференциального термического анализа было обнаружено, что в образцах Юэ-4, Юэ-5 и Юэ-6, наблюдается эндоэффект при 620°С и экзоэффект при 650-750°С. Максимумы экзоэффекта при температуре 700°С указывают на высокую склонность стекломассы к кристаллизации. Непосредственная близость экзо- и эндоэффектов указывает на то, что процесс кристаллизации начинается, когда значение вязкости стеклянной массы является высоким. Экзоэффекты при температуре 740–750°С образуются за счет кристаллизации двух фаз или перекристаллизации одной фазы. Сравнивая экзоэффекты композиций стекла, степень точности воздействия содержания Юэ-4 по сравнению с содержанием Юэ -5, Юэ -6 показывает, что это содержание имеет высокую тенденцию к кристаллизации, и этот процесс происходит не только на поверхности. слой, но по всему стеклянному слою. Максимальный эндоэффект при 850°С – это разжижение кристаллической фазы в результате начала плавления.

Качественные показатели стеклоэмали, полученной на основе Янгиарыкского обогащенного кварц-полевошпатового песка

Наименование показатели	Составы и их показатели,			
	Гэ - 1	Гэ - 2	Гэ -3	ЭСГ-31
Температура начала размягчения, °С	545	540	540	540
плотность, кг/м <sup>3</sup>	2298	2298	2295	2300
КТЛР, $\alpha \cdot 10^{-7}$ , град <sup>-1</sup>	111,4	116,2	119,4	119,7
Поверхностное натяжения, Н/м	0,022	0,023	0,027	0,026
Термостойкость, число теплосмен, 400-20-400 °С	10	10	10	6
Микротвёрдость, Мпа	412,0	414,0	405,6	412,2
Теплоёмкость, дЖ/(кг·К)	790	791	792	791
Теплопроводность Вт/(м·К)	0,90	0,95	0,96	0,95
Растекаемость, балл	5	5	5	5
Уголь смачивание, град	50,4	51,2	51,4	53,1

На основании анализа дифрактограмм экспериментальных образцов стеклоэмалей в диссертационной работе (рис. 7) Юэ-4; б-Юэ-5; соответствующие дифракционные максимумы для соединений в Юэ-6, модификации  $TiO_2$ -было обнаружено, что они принадлежат к рутилу (0,324; 0,248; 0,218 нм), анатазу (0,351; 0,244; 0,190 нм) и брукиту (0,347; 0,290; 0,188 нм).

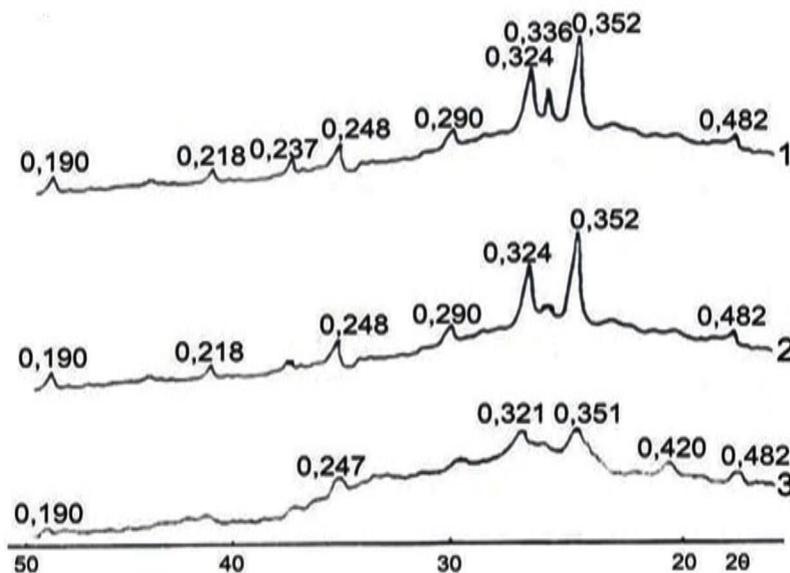
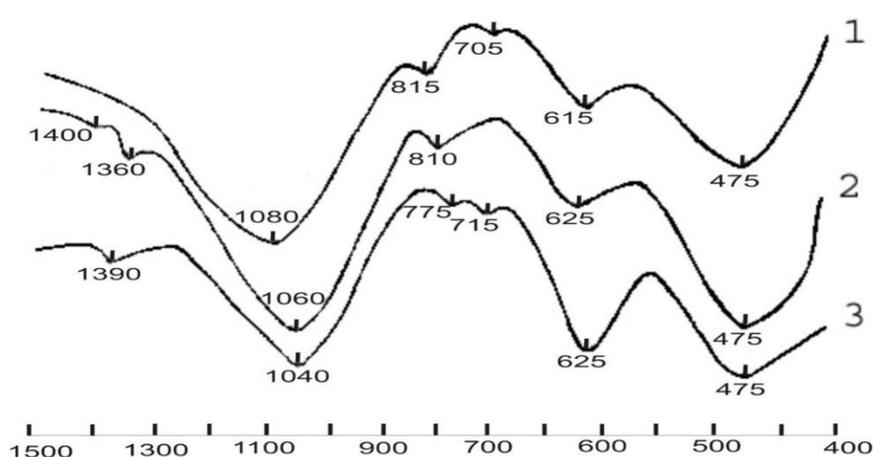


Рис.7

Рентгенограмма  
опытных эмалей

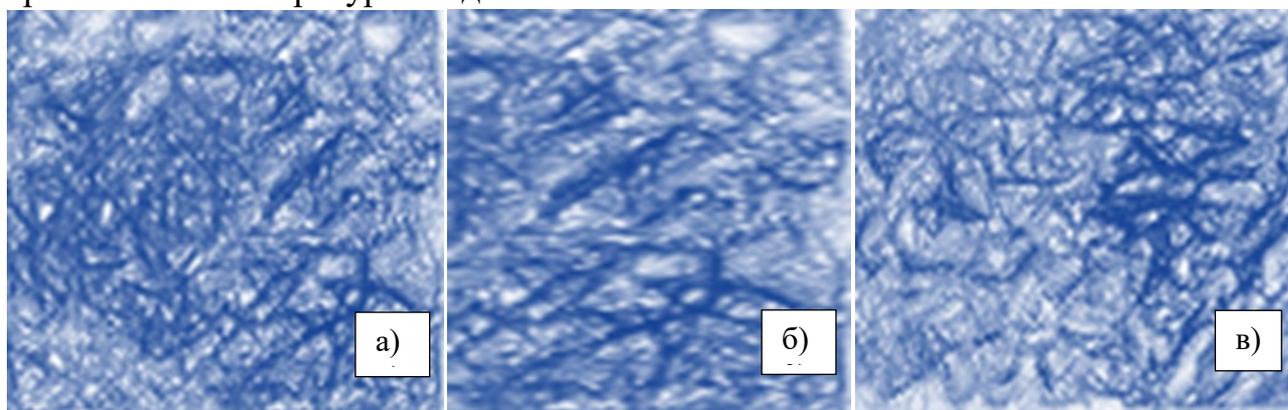
1- состава Юэ-4; 2-  
состава Юэ-5 3-  
состава Юэ-6

Согласно ИК-спектроскопическому анализу (см. рис. 8), мы видим, что есть очень активные линии максимума поглощения на длинах волн 1080–1040, 485–475 и 625–610  $cm^{-1}$ , а также менее активные линии поглощения, соответствующие длинам волн 1450–1300 и 800–700  $cm^{-1}$ . Ширина линии поглощения указывает на принадлежность  $[SiO_{4/2}]^{n-}$  тетраэдру. Линии поглощения между 1450–1300  $cm^{-1}$  и 1350–1400  $cm^{-1}$  соответствуют колебаниям трех координированных атомов бора в n-группе  $[B_2O_{3/2}]^{n-}$ . Линии поглощения в диапазоне 600–625  $cm^{-1}$  показывают, что они принадлежат n-группе бора  $[BO_{4/2}]^{n-}$  с координационным числом 4. Линии поглощения на длинах волн 715–705  $cm^{-1}$   $[AlO_{4/2}]^{n-}$  показали присутствие анионных групп алюминия с n-координационным числом 4.



**Рис.8 ИК-спектры опытных стекломалей;**  
 1- состав Юэ-4; 2- состав Юэ-5 3- состав Юэ-6

Они также показывают образование шитой кремний-алюминий-бор-кислородной решётки в стекле. Отмечено, что это соответствует требованиям литературным данным.



**Рис 9. Электронно-микроскопические снимки опытных образцов стекломали а-Юэ-4; б-Юэ-5; в-Юэ-6 составы стекломали.(степ.увел.х560)**

Согласно полученным данным электронно-микроскопического снимка образцы стекломали представляет собой плотный закислализованный продукт с небольшим объёмом микропор. В качестве кристаллической фазы выступает рутит, анатаз и брукит. Физико-химическими методами исследование установлены некоторые показатели стекол для покровного слоя стекломали: плотность 2405-2430 кг/м<sup>3</sup>, КТЛР- 112,73- 125,42·10<sup>-7</sup>, град<sup>-1</sup>, микротвёрдость 410,0-422,0 МПа, блеск 74-76 % и с достаточной химической устойчивостью

Таким образом, на основе исследований, проведённых в диссертационной работе, были изучены особенности сырья неорганического происхождения Приаралья и в целях их использования, разработаны технологии обогащения. В результате были определены области их использования в промышленности, наиболее оптимальным среди которых является производство стеклянной и хозяйственно-бытового посуды и стекломали, была разработана технология их получения и успешно внедрён промышленных масштабах.

Результаты диссертации внедрены в ООО «Каракалпакстеклатара», СП ООО «Хоразм шиша идишлари», ООО «Турткул шиша идишлари» и ООО «Хива саполи». Экономическая эффективность за счёт локализации кварцевого песка на этих предприятиях к 2020 году составляет 3,127 млрд.

сумов в ООО «Каракалпакстеклатара», 1,808 млрд. сумов в ООО «Хоразм шиша идишлари» и 3,188 млрд. сумов в ООО «Турткул шиша идишлари».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучен химический, минералогический и гранулометрический составы кварц-каолинизированных песков Ходжакульского месторождения, установлено что в исходном состоянии данное сырье не пригодны для стекловарения, в связи с чем, разработана технология разделения кварцевого песка и каолина, обогащение полученного песка. В результате был получен концентрат с содержанием  $\text{SiO}_2$  до 97,8%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,05%, соответствующий марке кварцевого песка ВС- 050-2 согласно ГОСТ 22551-2019, из которого в промышленности можно получить прозрачное стекло;

2. Изучен химический, минералогический и зернистый составы кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения. Было отмечено, что его нельзя использовать без обогащения при получении стекол. Впервые были разработаны физико-химические основы обогащения с учётом физико-механических свойств минеральных включений. Разработана технология обогащения кварц-полевошпатовых песков методами классификации, флотации и истирания в воздушном потоке и сортировки в электромагнитном поле. В результате обогащения получен концентрат с содержанием  $\text{SiO}_2$  95,6%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,10% и соответствующий кварцевому песку марки ПБ-100-2 по ГОСТ 22551-2019, позволяющий получить полупрозрачное стекло;

3. Изучены основные свойства мирабилита Тумрюкского месторождения. Установлено, что в его составе имеется мирабилит 70,00 - 98,70; гипс - 0,10-3,30; эпсомит - 0,06-2,40; галит и карбонаты - 0,20-0,30; нерастворимые в воде минералы - 0,40-25,00. Разработана технология переработки его по следующей последовательности: селективная добыча – промывка горячим раствором сульфата натрия – сушка – измельчение – упаковка готового продукта. В результате чего получен товарный продукт 2-го сорта сульфата натрия по ГОСТ 21458-2015, пригодного для получения стеклоизделий содержащий следующие ингредиенты: сульфат натрия- 97,90; минеральные вещества- 1,00; галит- 0,50; гипс- 0,06; эпсомит- 0,03;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,003; п.п.п.-0,5.

4. Изучены комплексные характеристики и физико-химические свойства глинозёмсодержащего (отход переработки природного газа) и кобальтсодержащего отхода и отхода обогащения свинцовых руд (Алмалыкское ГМК). Была установлена непригодность как товарный продукт из-за высокого содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (от 0,19 до 4,26 %) и гранулометрического состава. В связи с чем нами разработана технология подготовки данных отходов, включающая следующие циклы: термообработка – механоактивация (помол) – сортировка – электромагнитная сепарация – упаковка. В результате получены товарные продукции содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (от 0,06 до 0,16 %) с удовлетворительными характеристиками, позволяющими получить стекло высокого качества.

5. Разработаны составы для производства прозрачного и полубелого (для стеклотыловок и консервной тары) а также цветного (для хозяйственно-бытовой посуды) стекла и стеклоэмали на основе неорганического сырья Приаралья, визуальна оценена степень их стеклования, определены оптимальная температура варки и отжига стекла, выбрано современное оборудование и разработана технологическая схема;

6. В результате изучения физико-химических и механических свойств прозрачного и цветного стекла, полученного из неорганического сырья региона Приаралья и промышленных отходов, получены стёкла с плотностью от 2540 до 2551 кг/м<sup>3</sup>; КТЛР- 92-96 10<sup>-7</sup>, град<sup>-1</sup>, светопропускание в области диапазоне длин волн 400-700 нм, от 81 до 86%; водонепроницаемость от 0,38 до 0,56 см.<sup>3</sup>; сопротивление гидростатическому давлению 0,51-0,55 МПа;

7. В результате изучения физико-химических и механических свойств стеклоэмалей, полученных из неорганического сырья Приаралья и промышленных отходов, получены эмали с следующими характеристиками: грунтовые эмали - КТЛР 111,4-119,70 \*10<sup>-7</sup>, град<sup>-1</sup>, адгезия к поверхности металла 4 балла, микротвёрдость 405,6-414,0 МПа, температура размягчения поверхностных эмалей 510-530 °С, плотность покровной эмали 2405-2430 кг/м<sup>3</sup>, КТЛР- 112,73- 125,42\*10<sup>-7</sup>, град<sup>-1</sup>, микротвёрдость 410,0-422,0 МПа, блеск 74-76 % и с достаточной химической устойчивостью;

8. В результате изучения физико-химических и механических свойств стекла для хозяйственно-бытовой посуды, полученного на основе кварцево-полевошпатовых песков Янгиарикского месторождения, плотность 2545,0-2562,0 кг/м<sup>3</sup>; микротвёрдость 593,0-608,0 МПа; КТЛР 93,45-99,06 10<sup>-7</sup>, град<sup>-1</sup>; в диапазоне длин волн 400-700 нм, светопропускание 82 %, верхняя температура отжига 525 °С и составы стекла, соответствующие требованиям ГОСТ 30407-2019 с достаточной химической прочностью.

**ONE-TIME ADVICE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC  
DEGREES DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01. AT INSTITUTE OF GENERAL  
AND INORGANIC CHEMISTRY**

---

**URGENCH STATE UNIVERSITY**

**BABAEV ZABIBULLA KAMILOVICH**

**FEATURES OF THE USE OF RAW MATERIALS OF INORGANIC  
ORIGIN IN THE ARAL SEA REGION AND THE TECHNOLOGY OF  
OBTAINING GLASS PRODUCTS ON THEIR BASIS**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials based on them  
02.00.15 – Technology of silicate and refractory non-metallic materials**

**DISSERTATION ABSTRACT  
OF DOCTOR OF SCIENCE (DSc) IN TECHNICS**

**Tashkent – 2021**

The dissertation subject doctor of science (DSc) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2020.2.DSc/T20

Dissertation was completed at Urgench State University

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume) on the scientific council website [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) and on the website of "Ziyonet" Information and educational portal [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Research supervisors:**

**Jumaniyazov Maxsud Jabbiyevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Yunusov Mirjalil Yusupovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Mirzakulov Kholtura Chorievich**  
doctor of technical sciences, professor  
**Reymov Ahmed Mambetkarimovich**  
doctor of technical sciences, professor  
**Eminov Ashrap Ma'murovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:**

**Navai State Mining Institute**

The presentation of doctoral thesis will be held on « 23 » november 2021 at «10<sup>00</sup>» at the meeting one-time advice of the Scientific Council DSc. 02/30.12.2019.K/T.35.01 at the Institute of General and Inorganic Chemistry. (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek street, 77-a. ph. (+99871) 262-56-60; fax: (99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource centr of Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered number 13). Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek street, 77-a. ph. (+99871) 262-56-60; fax: (99871) 262-79-90.

Abstract of dissertation sent out on « 10 » november 2021 y.  
(mailing report №13\_ on «10 \_»\_ november\_ 2021 y.).



**B.S. Zakirov**

Chairman of scientific council of one-time advice for the award of scientific degrees, doctor of chemical sciences, professor

**D.S. Salikhanova**

Scientific secretary of scientific council of one-time advice for the award of scientific degrees, doctor of technical sciences

**Sh.S. Namazov**

Chairman of the one-time advice scientific council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor, akademik

## INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

**The aim of the research** is to study the features of the use and development of technology for the enrichment of raw materials of inorganic origin in the Aral Sea region and man-made waste with the production of glass products based on them.

**The objects of research** is kaolinized and feldspar quartz sands of the Khodzhakul and Yangiariq deposits, mirabilite salts of the Tyumruk deposit, alumina-containing (waste from natural gas processing), cobalt-containing waste and waste from the processing of lead ores (Almalyk mining and metallurgical plant) and compositions of glass and household glassware.

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

Reagent enrichment process based on chemical, mineralogical and granular composition of kaolinized and feldspar quartz sands of Khojakul deposit and Yangiariq deposit. and PB-100-2 concentrate suitable for the production of semi-transparent glass with a content of  $\text{SiO}_2$  95.6% and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.10% on the basis of quartz feldspar sands;

Tumryuk deposit meets the requirements of the standard, which is suitable for selective extraction, enrichment of mixed salts unsuitable for the production of mirabilite glass, the content of sodium sulfate - 97.90; minerals - 1.00; halite- 0.50; gypsum- 0.06; epsomit- 0.03;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0.003; It is proved that it is possible to get a 2nd grade commodity product with k.k.m.-0.5;

the possibility of complex processing of alumina, cobalt and lead wastes, which are industrial wastes, to obtain products suitable for obtaining quality bottles;

On the basis of optimal content in the system  $\text{R}_2\text{O}-\text{R}'\text{O}-\text{R}''\text{O}_3-\text{SiO}_2$  (where: R - Na, K; R' - Mg, Ca, Ba; R'' - B, Al) for the production of bottles using inorganic raw material resources of the Aral Sea advanced technologies for the production of glassware, household appliances and glass enamels.

**Implementation of the research results.** On the basis of scientific results obtained in the development of glass and household utensils and glass enamels from kaolinized and feldspar quartz sands:

Based on scientific results obtained in the development of glass and household utensils and glass enamels from kaolinized and feldspar quartz sands:

technology for the production of transparent glasses based on enriched quartz sand of the Khojakul deposit, introduced into production and also included in the "List of promising developments for implementation in 2022-2025" in the Republic of Karakalpakstan (Reference of the Committee on Industry, Construction, Transport and Information Technologies under Zhukorgi Kengash Republic of Karakalpakstan dated 12.09.2021, No. 08-579). As a result, glasses for products of high transparency were first produced in the Republic.

the technology of obtaining colored glasses and glass enamel based on enriched quartz-feldspar sand of the Yangiariq deposit are included in the "List of promising developments for implementation in 2022-2024" in the conditions of the Khorezm region (certificate of the regional department of the Innovative

development of the Khorezm region dated 09.29, 2021, No. HIB-01 / 21-1). As a result, in the Khorezm region, it became possible to obtain glass for semi-white glassware and glass enamel.

The technology for producing green glasses for bottles on the basis of enriched quartz-feldspar sand and industrial waste has been introduced into production (reference from JV LLC “Khorazm Shisha Idishlari” dated 17.08.2021, No. 77). As a result, it is possible to obtain glasses at low temperatures (lower by 50 ° C) and reduced costs (by 10%).

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, six chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 177 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОКОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Аваязов Р.Ш., Аташев Э.А. Возможности обогащения и использования кварц-полевошпатовых песков// Горный Вестник Узбекистана, Навои, 2014. – № 4. С.32-34. (05.00.00. №7)
2. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Хакимова Г.Н., Аваязов Р.Ш. Структурные особенности и физико-химические свойства стеклоэмалевые покрытий с использованием глиноземсодержащего отхода// Композиционные материалы, Ташкент-2014-№ 1. С.18-21. (02.00.00 №4).
3. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Буранова Д.Б. Повышение качества кварцевого сырья для производства тарного стекла в условиях Узбекистана// Горный Вестник Узбекистана, Навои, 2017. – № 3.- С.99 (02.00.00 №4).
4. Бабаев З.К. Ибрагимов Д.У., Казаков У.А., Кенжаев Ф.Д., Ядгаров А.М. Состояние и развитие стекольной отрасли Узбекистана// UNIVERSUM: технические науки. 2018 г. №2 (47) Москва. С.44-48. (02.00.00. №1)
5. Бабаев З.К., Казаков У.А., Сабуров О.Р., Назарбаева Н.А., Ражапов Ш.Х. Замена глинозема в составе шихты тарного стекла на глиноземсодержащие отходы газохимического комплекса//UNIVERSUM: технические науки. май, 2018 г. №5 (50) Москва. С.44-48 (02.00.00. №1).
6. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Буранова Д.Б., Курбанова Р.С. Синтез легкоплавких стекол на основе минерального сырья Узбекистана для эмалирования стали//UNIVERSUM: технические науки. апрель, 2019 г. № 4 (61). Москва. С.44-48 (02.00.00. №1).
7. Жуманиязов М.Ж., Юнусов М.Ю., Бабаев З.К. Янгиариқ кони кварц-дала шпатли кумларини бойитишнинг ўзига хос технологияси// Композиционные материалы, Ташкент, 2021. № 1-С80-85. (02.00.00 №4)
8. Жуманиязов М.Ж., Юнусов М.Ю., Бабаев З.К. Хўжакўлқварц-каолинли кумларининг физик-кимёвий таҳлили ва уларни қайта ишлаш технологияси// Композиционные материалы, Ташкент, 2021. № 1-С53-56. (02.00.00 №4).
9. Жуманиязов М.Ж., Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Кудрярова К.К. Химический состав и перспективы использования щелочных и щелочно-земельных сырьевых ресурсов Узбекистана в производствестекла// Композиционные материалы, Ташкент, 2021. № 1-С6-8. (02.00.00 №4).
10. Babaev Z.K., Matchanov Sh.K., Buranova D.B. Modification of SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>O system with CaO, Mg phenate BaO oxides and their properties Минтакада замонавий фан, таълим ва тарбиянинг долзарб муаммолари. Электрон журнал Ургенч 1 – 2018 й. С.39-44 (05.00.00 №19)

11. Babaev Z.K., Matchanov Sh.K., Buranova D.B. Composition and some properties of green glass based on mineral raw materials of Uzbekistan//International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 5, Issue 11, November 2018. P.7305-7306 (05.00.00 №8)
12. Babaev Z.K., Matchanov Sh.K., Buranova D.B., Iskandarov O.D. Condition and development of the Uzbekistan's glass industry// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 5, Issue 11, November 2018. P.7270-7273 (05.00.00 №8)

### **II бўлим (II часть; part II)**

13. Юнусов М.Ю., Мингулова Ф.А., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Грунтовые эмали на основе промышленных отходов//Композиционные материалы, Ташкент, 2005, №3.-С.48-49.
14. Бабаев З.К. Анализ минералого-геохимического состава кварцевых песков Янгиарыкского месторождения//Горный Вестник Узбекистана, Навои, 2005, №2. -С.104-105.
15. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Мусаев Т.С. Изучение возможности уменьшения окраски тарных стекол в процессе варки//Химия и химическая технология, Ташкент, 2006.-№ 4. – С. 49-52.
16. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Шиша массасинитиниклаштиришжараёнига кальций сульфат тузинитаъсири// Химия и химическая технология, Ташкент, 2007№1.- С.11-13.
17. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Хакимова Г.Н. Разработка составов и изучение свойств стеклоэмали на основе местного сырья и отработанного алюмосодержащего катализатора// Ж. Архитектура. Курилиш. Дизайн. – Ташкент, 2008. –№1-4. С.46-52.
18. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Қўрғошинли жинсни бойитишда ҳосил бўлувчи чиқиндини қўллаб грунт эмалларни олиш ва уларнинг хоссалари// Ж. Архитектура. Курилиш. Дизайн. – Ташкент, 2009. –№1-2. С.17-19.
19. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Хакимова Г.Н. Пўлат юза қатламлари учун осон суюқланувчи шиша эмалларва уларнинг хоссалари// Композиционные материалы,Ташкент, 2009.– № 1. С.20-25.
20. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Хакимова Г.Н., Аваязов Р.Ш. Активаторы сцепления стеклоэмалевых покрытий на основе отходов металлургии// Ж. Ўзбекский химический журнал, Ташкент, 2009. - №6. С.57-60.
21. M.Y.Yunusov, M.I.Hojamberdiev, Babaev Z.K., F.A.Mingulova. Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der Quarzsande Uzbekistans// Keramische ZeitschriftGermaniya 1-2006-C.4-6 (Scopus (3), IF-0,102.).
22. Babaev Z.K. Composition and some properties of the green glass based on mineral raw material of Uzbekistan// International Journal of Research and Development (IJRD)Vol.5. 2020 №5 133-136 p Global impact factor (5)-SJIF

23. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Аваязов Р.Ш. Однослойные легкоплавкие стеклоэмали для поверхности стали// Хоразм Маъмун академиясининг ахборотномаси. 2(3) 2007-С.22-26
24. Бабаев З.К. Получение цветного стекла для бытлевой посуды на основе Янгиарыкского кварцевого песка// Хоразм Маъмун академиясининг ахборотномаси. 2013. 3(28). С.2-4
25. Yunusov M.Yu., Babaev Z.K., Matchanov Sh.K., Radjabov M.F., Buranova D.B., Xadjiyev A.Sh. The Synthesis of Section of Glass Containing Barium Oxide// Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)ISSN: 3159-0040 Vol. 2 Issue 4, April – 2015.С.619-620
26. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Аташев Э.А., Эрматов А.И. Стекло из кварцевых песков Янгиарыкского месторождения и облицовочные плитки на его основе//Ж.GLOBUS Москва 2015-№12 С.98-100
27. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Ражабов М.Ф., Ходжиев А.Ш. Possibilities of enrichment and use of kvarts- feldspar sand of Uzbekistan for production of glass//East European Scientific journal 4, 2015-С.50-52
28. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Буранова Д.Б., Искандаров О.Д. Осон суюкланувчи шиша эмал хоссаларига ишқорий ер металл оксидларининг таъсири//Хоразм Маъмун академияси ахборотномаси. 2016.й №1. С.8-12
29. Babaev Z.K., Matchanov Sh.K., Buranova D.B. Glass formation with CaO, MgO and BaO in the system SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>O and their effect on some properties// International Journal of Bio-Science and Bio-Technology (IJBSBT) ISSN: 2233-7849 Vol-11-Issue-7-July-2019. P. 166-172
30. Юнусов М.Ю., Мингулова Ф.А., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Стеклотара с хорошей абсорбционной способностью на основе отходов производства// Респ.илмий-амалий конф. ТашкентИнновация. 2004-С.78-79
31. Юнусов М.Ю., Мингулова Ф.А., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Синтез стеклоэмалей для алюминиевых сплавов// Респ.илмий-амалий конф. ТашкентИнновация. 2004-С.78-79
32. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Хакимова Г.Н. Жаропрочные стеклоэмалевые покрытия на основе минерального сырья Узбекистана// Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады X-Всероссийской научн.-техн. конф. - Тула:, 2011. – С. 227-230
33. Юнусов М.Ю., Мингулова Ф.А., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Химическая устойчивость цветных стекол на основе кобальтсодержащих отходов// Халқаро илмий-амал. Конф. илмий тўплам. Архитектура физикаси фанининг бугунги ҳолати, муаммолари ва келажак вазифалари. Тошкент-2007-С.47-48
34. Бабаев З.К. Цветные стекла с кобальтсодержащими отходами// Халқаро илм-амал.конф. илмий тўплам. Архитектура физикаси фанининг бугунги ҳолати, муаммолари ва келажак вазифалари. Тошкент-2007-С.50-51
35. Бабаев З.К. Эффективные защитные покрытия для архитектурно-строительных изделий// Халқаро илм-амал.конф. илмий тўплам.

- Архитектура физикаси фанининг бугунги ҳолати, муаммолари ва келажак вазифалари. Тошкент-2007-С.136-139
36. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Хакимова Г.Н. Термографические и рентгеновские методы изучения структурных особенностей глиноземсодержащих отходов// Матер. респ. межвузовской научно-технич.конф. «Нано-композиционные материалы». Ташкент-2009. С.98-100
  37. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Хакимова Г.Н. Синтез жаростойких технологических покрытий на основе местных минеральных ресурсов// Мат.межд. научн.-техн. конф. «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». Навои 12-14 мая 2010 года. С.404-405
  38. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К. Влияние соотношений шихта:стекольный бой на некоторые свойства тарного стекла//«Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов». Сб.мат. Респ..научно-практ.конф.. 19-20 января 2012 г. Ташкент -2012-С.188-190
  39. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Аваязов Р.Ш. Стеклоэмали из местных материалов и эмалированные архитектурно-строительные изделия// Мат.межд. научн.-техн. конф. Современные проблемы строительных материалов и конструкций. Самарканд - 2013-С.357-359
  40. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Синтез цветных стекол из кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения// Мат. научн.-техн. конф. Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане. г.Навои 23-24 мая 2014 года. С.50-51
  41. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Курязов З.М., Аташев Э.А. Черное стекло из кварцевых песков Янгиарыкского месторождения и облицовочные плитки на его основе//«Кимёвий технологиянинг долзарб муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани. Бухоро ш. 8-9 апрель, 2014 й. С.30-31
  42. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Физико-химические показатели цветного стекла синтезированного из кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского месторождения// Термиз Давлат университети«Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» IV Республика илмий-амалий анжумани. 2014 йил 1-3 май. С.167-168
  43. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Курязов З.М., Аташев Э.А.  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  тизимида шиша хосил бўлишига натрий сульфат тузининг таъсири// Термиз Давлат университети «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» IV Республика илмий-амалий анжумани. 2014 йил 1-3 май. С.169-171
  44. Кулимов А.К., Бабаев З.К., Матчанов Ш.К. Производство сортовых цветных стекол для бытовой посуды и возможности экспорта в условиях Узбекистана// Товарларни кимёвий таркиби асосида синфлаш ва сертификатлаш муаммолари ва истикболлари мавзусидаги IV-халқаро илмий-амалий конференция материаллари 2015 йил 14 май. С.70-71

45. Бабаев З. К., Казаков У. А., Каримбаев С. Ю. Состав и некоторые свойства зеленого стекла на основе минерального сырья Узбекистана// Международный научный журнал Научные горизонты 4(8) | 2018 с.135-143
46. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Садиков Б.С., Матчонов Ш.К., Аваязов Р.Ш. Утилизация кобальтсодержащих отходов// Ж. Экология производства: – М., 2007. – №3. – С.4-5.
47. Бабаев З.К., Юнусов М.Ю., Мингулова Ф.А., Матчонов Ш.К., Аваязов Р.Ш. Легкоплавкие стеклоэмалевые покрытия для алюминиевых сплавов// Сбор. труд. XI-межд науч-технич. конф. «Научоемкие химические технологии – 2006». – Самара, 2006. – С. 19-20.
48. Бабаев З.К., Матчанов Ш.К., Буранова Д.Б. Цветные стекла из кварцевых песков Янгиарыкского месторождения для строительного назначения// Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промышленности» Ташкент-2016- С.290-291
49. Бабаев З.К., Кудрярова К.К. Зеленая стеклотара с использования минеральных сырьевых ресурсов Каракалпакстана//“Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва энгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Респ. илмий-амалий конф. 2019 йил, Нукус. С.80-81
50. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Хакимова Г.Н. Особенности кварц-полевошпатовых песков Янгиарыкского место-рождения и стекло для сортовой посуды на его основе// international scientific journal «Global science and innovations 2020: central Asia» Nur-Sultan, Kazakhstan, june-july 2020 с.51-53.

Автореферат « \_\_\_\_\_ » журнали  
тахририягида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги  
матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табоғи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 18/21.

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