

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ЖУМАНОВ ЮСУФ ҚУРБОНОВИЧ

**ОЛТИНТОҒ КАОЛИНЛАРИНИ ПИШИШИДАГИ ФИЗИК-КИМЁВИЙ
ЖАРАЁНЛАР ВА “КАОЛИН-КВАРЦ-ДАЛА ШПАТИ”
СИСТЕМАСИДА НАФИС КЕРАМИК МАТЕРИАЛЛАР СИНТЕЗИ**

**02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар
технологияси**

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Жуманов Юсуф Қурбонович

Олтинтоғ каолинларини пишишидаги физик-кимёвий жараёнлар ва “каолин-кварц-дала шпати” системасида нафис керамик материаллар синтези3

Жуманов Юсуф Қурбонович

Физико-химические процессы спекания Алтинтауских каолинов и синтез тонкокерамических материалов в системе «каолин-кварц-полевой шпат»...21

Jumanov Yusuf Qurbonvich

Physicochemical processes of sintering kaolin's of Altintau and synthesis of fine-ceramic materials in the «kaolin-quartz- feldspar system».....39

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....43

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ЖУМАНОВ ЮСУФ ҚУРБОНОВИЧ

**ОЛТИНТОҒ КАОЛИНЛАРИНИ ПИШИШИДАГИ ФИЗИК-КИМЁВИЙ
ЖАРАЁНЛАР ВА “КАОЛИН-КВАРЦ-ДАЛА ШПАТИ”
СИСТЕМАСИДА НАФИС КЕРАМИК МАТЕРИАЛЛАР СИНТЕЗИ**

**02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар
технологияси**

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/K316 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:	Эминов Ашрап Мамурович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Сидиқов Абдужалол Сидиқович кимё фанлари доктори, профессор Бабаев Забибулла Камилевич техника фанлари номзоди, доцент
Етакчи танкилот:	Термиз давлат университети

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги илмий даража берувчи DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг « 6 » январь 2022 йил соат 10⁰⁰ да ўтадиган мажлисида бўлади (Манзил: 100170, Тошкент ш., М.Улугбек кўчаси 77-а.
Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (99871) 262-79-90, e-mail: ionxanguz@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (22-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент ш., М.Улугбек кўчаси 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60, e-mail: ionxanguz@mail.ru).

Диссертация автореферати 2021 йил « 24 » декабрь куни тарқатилди.
(2021 йил « 24 » декабрдаги № 22- рақамли реестр баённомаси)


Б.С. Закиров
Илмий даражалар берувчи бир марталик
Илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.
Д.С. Салиханова
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш котиби, т.ф.д., проф.
У.К. Ахмедов
Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш қўлидаги илмий семинар
раиси, к.ф.д., проф.

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда бозор муносабатлари шароитида юқори сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш ва корхона функционал шароитларини турғун ташкил этиш учун маҳаллий хомашё материаллари таъминоти, жумладан керамик материаллар ишлаб чиқаришни ривожлантиришнинг муҳим йўналишларидан бири ҳисобланади. Чунки хомашё материалларидан тайёрланган омухта таркибининг пишиш жараёни мураккаб бўлиб, кўп омиллар таъсирида куйдирилган керамика, жумладан чинни сополагининг функционал ва эксплуатацион хоссаларини белгилашда муҳим аҳамият касб этади. Шунинг учун ҳам, дунёда чинни хомашёларида, асосан бойитилган каолиндан фойдаланиб, паст ҳароратда пишириш йўли орқали олинadиган чинни маҳсулотларининг куйдириш жараёнларини ўрганишга алоҳида аҳамият берилган бўлиб, бу эса уларни ишлаб чиқаришнинг технологик режимларини ишлаб чиқиш учун муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳон миқёсида, чинни материаллари ишлаб чиқаришда энергия ресурсларни минимал даражада сарфланиши ва пишишдаги технологик жараёнларни жадаллаштириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, каолин, кварц куми, дала шпати хомашё компонентлари асосидаги учламчи системада турли ҳароратлар оралиғида кечадиган физик-кимёвий ва куйдиришдаги пишиш жараёнларни бошқариш, дастлабки хомашё компонентларининг фазавий ўтишлари натижасида муллит, кварц, кристобалит сингари алюмосиликат минералларининг янги кристалл фазаларининг структураларини ҳосил бўлишига бошланғич компонентлар таркиби ва ҳароратнинг таъсири асослаш, чинни сополагининг физик-механик хоссаларини ва уларни пиширишнинг мақбул режимларини аниқлашларни асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада паст ҳароратда пишадиган чинни маҳсулотларининг технологик хоссаларини яхшилаш учун уларнинг пишиш жараёнларини тадқиқ этиш ва янги ноанъанавий таркибларини лойиҳалаштириш бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси ҳалқ хўжалигини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи йўналишига асосан «илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни амалиётга жорий этишни рағбатлантиришнинг самарали механизмларини яратиш»¹га қаратилган асосий вазифалар аниқланган. Бу борада, паст ҳароратда пишадиган чинни маҳсулотларини олиш ва янги хомашё компонентларидан фойдаланилгандаги алюмосиликат системаларнинг пишиш жараёнини тадқиқ этиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини 2017-2021 йилларда бешта устувор йўналишлар бўйича ривожлантириш Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги ПФ-4947-сон Фармони

Ривожлантиришнинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 7 майдаги ПҚ-3698-сон “Иқтисодиёт тармоқлари ва соҳаларига инновацияларни жорий этиш механизмларини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”, 2016 йил 26 декабрдаги, ПҚ-2698-сон “2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлари, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришнинг истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон “2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида”ги Қарорлари, шунингдек мазкур соҳада қабул қилинган меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Адабиётлардан маълумки, минерал хомашёлар каолин, кварц ва дала шпати асосидаги нафис керамик материаллар, хусусан чинни ва фаянс олиш анъанасига XVIII асрнинг бошларида асос солинган бўлиб, уларни систематик ўрганиш XX аср ўрталарида ривожлана борган. Бу борада етакчи олимлардан Будников П.П., Августиник А.И., Бережной А.С., Булавин И.А., Мороз И.И., Ахъян А.М., Масленникова Г.Н., Павлов В.Ф.ларнинг қўшган ҳиссалари бекиёсдир. Ушбу соҳада жаҳоннинг етакчи олимлари, жумладан, Schuller К.Н., Marzahl Н., Hennicke Н.В., Schwiete Н.Е., Brindley G.W., Nakahira М., Chakraborty А.К., Zogrofofu С., Miels А., Mortel Н., Stark R., Akihiko N., Shubert Н., Ibrahim D.M.ва бошқа тадқиқотчи олимларнинг ишлари диққатга сазовордир.

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти, Материалшунослик институти, Тошкент кимё-технология институти, Тошкент Давлат техника университети қошидаги “Фан ва тараққиёт” ДУК илмий-тадқиқот лабораторияларида маҳаллий анъанавий ва ноанъанавий каолин, гиллар ва бошқа табиий минерал хомашё ресурслари асосида ва турли хил саноат чиқиндиларидан фойдаланиб кўп мақсадларда ишлатиладиган керамик материаллар олиш бўйича Ўзбекистонда ўзига хос илмий мактаблар яратилган бўлиб, уларда бир қатор илмий тадқиқотлар олиб борилган. Шу жумладан, Республикамиз олимлари Ф.Х.Таджиев, Н.А.Сирожиддинов, А.А.Исмамов, А.Х.Исмоилов, Р.И.Абдуллаева, А.М.Эминов, М.Ю.Юнусов, Д.И.Мақсудов, И.А.Азимов, А.П.Иркахожаева, З.Р.Қодирова, Б.Т.Сабилов ва бошқалар томонидан каолин, кварц куми, дала шпати асосида турли хоссаларга эга керамик материаллар синтези ва технологияси бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган. Таъкидлаш лозимки, Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги минерал хомашё ресурсларнинг етарлича ўрганилмаганлиги сабабли, талаб даражасидаги етарлича сифатли бўлган нафис керамик буюмлар ишлаб чиқарувчи

корхоналар мавжуд эмас, балки сифатли чинни маҳсулотлари ишлаб чиқарилмайди.

Шундай қилиб, маҳаллий минерал хомашё ресурслари асосида самарадор ва энергиятежамкор таркибли, талаб даражасидаги нафис керамик материаллари, хусусан паст ҳароратда пишадиган чинни маҳсулотларини ишлаб чиқаришдаги жараёнда кечадиган физик-кимёвий ва фазавий ўтиш жараёнларига оид технологик, амалий ва иқтисодий жиҳатларни тадқиқ этиш бўйича ишончли ва илмий асосланган маълумотлар етарли эмас.

Диссертация тадқиқотининг бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170920189 “Норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни комплекс қайта ишлаш йўли билан иссиқликни ҳимояловчи-оловбардош ва керамик материалларнинг импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Олтинтоғ кони каолинларини пишишидаги физик-кимёвий жараёнларни аниқлаш ва “каолин-кварц-дала шпати” учкомпонентли системасида нафис керамик материаллар синтези асосида паст ҳароратда пишадиган чинни буюмлари олишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц куми, Питов дала шпати конлари хомашёларидан иборат бўлган уч компонентли алюмосиликат системасида борадиган физик-кимёвий жараённи илмий таҳлил қилиш ва уларнинг керамик-технологик хоссаларини аниқлаш;

“каолин-кварц-дала шпати” системасидаги пишиш, фазавий ўзгариш жараёнлари ва қаттиқ фазадаги реакцияларни тадқиқ этиш учун тажрибавий чинни массаларнинг таркибларини ишлаб чиқиш;

чинни тажриба намуналарига юқори ҳароратда термик ишлов берилганда чинни структурасида кристалл ва шиша фазаларнинг ҳосил бўлиш жараёнларини ўрганиш ҳамда чиннининг фазавий таркибини тайёр маҳсулотнинг физик-механик хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш бўйича комплекс тадқиқотлар ўтказиш;

чинни массаси тажриба намуналарининг пишириш ҳароратини ўзгаришига «таркиб-структура-хосса» функционал боғлиқлигини тадқиқ қилиш;

чинни тажриба намуналарининг физик-кимёвий, физик-механик ва эксплуатацион хусусиятларини аниқлаш;

чинни тажриба намуналарини ишлаб чиқариш шароитида синаш йўли билан тадқиқот натижаларини апробациядан ўтказиш;

тадқиқот натижаларини муҳокамадан ўтказиш ва улардан фойдаланиш бўйича тавсиялар бериш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Олтинтоғ кони каолинлари, Кўкаёз кони кварц куми, Питов кони дала шпати каби хомашёлар ва чинни массасининг тажриба намуналари олинган.

Тадқиқот предмети паст ҳароратда пишадиган уч компонентли тизимдаги эвтектик нуқталарни аниқлаш орқали чинни массаларидан тайёрланган намуналарнинг пишиш жараёни, физик-кимёвий ва физик-механик хоссаларини ўрганиш, лаборатория тадқиқотлари ва ишлаб чиқаришдаги тажриба синовларни бажариш йўли билан уларнинг мақбул таркиблари ва пишишдаги технологик режимларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот усуллари. Диссертация ишида замонавий физик-кимёвий (кимёвий, минералогик, рентгеноспектрал, рентгенофазали, дифференциал-термик, ИҚ-спектроскопик, электрон-микроскопик ва растр электрон микроскопик) таҳлил ҳамда керамика технологиясининг анъанавий усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц қуми, Питов дала шпати конларининг янги хомашёларига юқори ҳароратда ишлов берилганда содир бўладиган физик-кимёвий жараёнлар натижасида ҳосил бўлган кристалл фазаларнинг чинни технологик хусусиятларига таъсири ҳар томонлама ўрганилиб, муллит, кристобалит кристалларини нисбатан паст ҳароратда ҳосил бўлиши замонавий физик-кимёвий усуллар билан аниқланган;

«каолин-кварц-дала шпати» системада 1000-1300°C ҳарорат оралиғида гетероген фазадаги пишиш жараёнида синтез қилинган чинни намуналарида муллит, кварц ва кристобалитларнинг кристалл фазаларининг ҳосил бўлиши исботланган;

янги таркибдаги чинни намунаси фазавий микроструктураси шаклланишининг ўзига хос хусусиятлари, ҳамда синтез қилинган чинни намуналари анъанавий хомашёдан олинган маиший-хўжалик чинни буюмлари билан таққослаганда юқори механик ва эстетик хусусиятларга эга эканлиги аниқланган;

чинни фазавий таркибида ҳосил бўлган муллит кристалларининг игнасимон (иккиламчи) морфологияси анъанавий хомашёдан олинган чиннида ҳосил бўлган муллитга нисбатан тўлиқ шаклланганлиги аниқланган.

чинни массаси тажриба намуналарига термик ишлов беришда “таркиб-структура-хосса” функционал боғлиқлигига “каолин-кварц-дала шпати” системасида дисперслик даражасининг пишиш ҳарорати пасайишига ижобий таъсири аниқланган;

икки компонентли “каолин-кварц”, “каолин-дала шпати” ва “каолин-кварц-дала шпати” алюмосиликат системаларида паст ҳароратда пишадиган намуналарни синтези натижасида суюқланиш ҳароратининг эвтектик нуқталари ва мақбул таркиблар соҳаси аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

чинни синтез қилишда асосий компонентлар сифатида ўрганилган маҳаллий Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц қуми, Питов дала шпатларидан биргаликда фойдаланиш орқали кенг кўламда чинни маҳсулотлар ишлаб чиқариш имкониятлари асосланган;

маҳаллий хомашёлар асосида маиший-хўжалик мақсадида ишлатиладиган чинни буюмларини синтез қилишда мақбул таркиблар ва паст ҳароратда пишадиган технологик режимлар аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги олинган натижалар физик-кимёвий тадқиқотнинг замонавий усулларини қўллаш орқали, ҳамда керамика технологиясининг тажриба синовлари билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти чинни материаллар таркибларини лойиҳалаштиришда янги кристалл фазаларнинг структура ҳосил бўлиш жараёнларига таъсири, шиша фаза ҳосил қилувчи сифатида дала шпатидан фойдаланиб, уч компонентли алюмосиликат системалар асосидаги чинни массаларнинг қаттиқ фазадаги пишиши ва олинган чинни намуналарининг физик-кимёвий, физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичларининг ўзгариши хомашё компонентларининг тури, миқдори ва пишиш ҳароратига боғлиқлигини аниқлаш билан асосланди.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, илк бор Навоий вилоятидаги Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц қуми ва шиша фаза ҳосил қилувчи сифатида Питов дала шпатидан фойдаланиб, паст ҳароратда пишадиган нафис керамик (чинни) материалларнинг мақбул таркиблари ва олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган. Ушбу амалий ечимлар хомашё базасини кенгайтириш, энергияни тежаш ва амалдаги стандарт талаблари даражасидаги маҳсулот ишлаб чиқаришни таъминловчи восита бўлиб хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Олтинтоғ кони каолинларини пишишидаги физик-кимёвий жараёнларни тадқиқ этиш ва «каолин-кварц-дала шпати» системасида нафис керамик (чинни) материаллари синтези орқали маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб, паст ҳароратда пишадиган таркибларни ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ноанъанавий маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқилган таркиб, ПЗ-20170920189 “Норуда хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида иссиқликни ҳимояловчи оловбардош ва керамика материалларининг импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳада қўлланма материал сифатида фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академиясининг 2021 йил 19 мартдаги № 4/1255-843-сон маълумотномаси). Натижада, уч компонентли система асосидаги янги керамик массанинг мақбул компонент таркибларидан тайёрланган чинни намуналарини паст ҳароратда пишишидаги фазавий ўзгаришлар, кристалл фаза ва чинни структурасини ҳосил бўлишлари, пишиш жараёнида борадиган қаттиқ фазадаги кимёвий реакциялар лойиҳа доирасида илмий асосланган фундаментал маълумотлар олиш имконини берган;

тадқиқ этилган каолин, кварц, дала шпати асосида ишлаб чиқилган керамик масса таркиби “ART GLOSS GALLERY” ҚҚда 2023-2024 йилларда амалга ошириладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган (“ART GLOSS GALLERY” ҚҚнинг 2021 йил 2 декабрдаги 15/12 2021-6–сон

маълумотномаси). Натижада амалдаги стандарт талабларига жавоб берувчи, энергия тежамкор маҳсулотлар олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та ҳалқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, шулардан 10 таси республика ва 1 таси хорижий нашрларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Ўзбекистон Республикаси, МДХ ва хорижий мамлакатлардаги анъанавий каолин хомашё ресурсларининг тавсифи”** деб номланган биринчи бобида дунё миқёсида, жумладан Ўзбекистонда нафис керамика (чинни) материалларнинг таркибларини ишлаб чиқиш учун хомашё компонентларини танлаш, физик-кимёвий ва технологик ҳоссалари, синтез усуллари, қаттиқ фазада пишиш жараёнлари, фазавий ўтишлар ва пишиш режимида керамик сопалакда ҳосил бўлган кристалл фазаларнинг чинни структураси ҳосил бўлишига таъсири бўйича илмий-техник адабиётларда нашр этилган ишларнинг танқидий таҳлил натижалари келтирилган. Айниқса, каолиннинг керамика саноатидаги турли мақсадлардаги материаллар таркибини лойиҳалаш учун Ўзбекистон Республикасининг ва дунё миқёсидаги керамика саноати корхоналарининг талаб ва таклифлари таҳлил қилинган. Чоп этилган ишларнинг танқидий таҳлили ва муҳокамаси асосида ушбу тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари белгилаб олинган.²

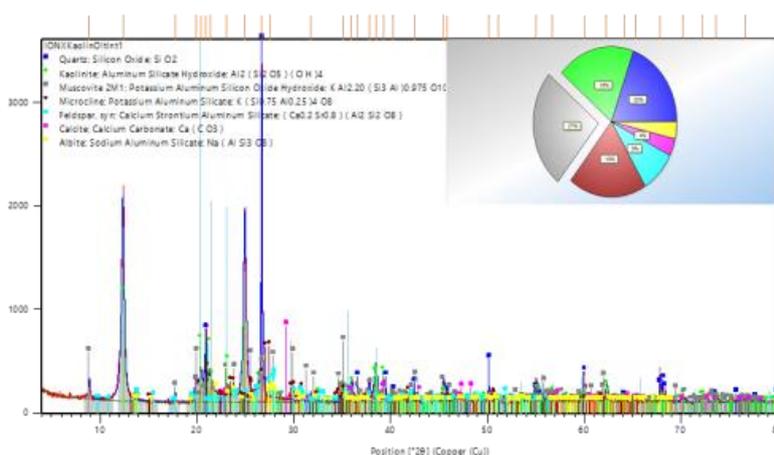
Диссертациянинг **“Нафис керамика (чинни) намуналари бошланғич компонентларининг физик-кимёвий таҳлили ва керамик**

Муаллиф, диссертация ишини бажаришда берган илмий маслаҳатлари учун, кимё фанлари доктори, проф. З.Р.Кодировага ўзининг самимий миннатдорчилигини билдиради.

материалларни физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш усуллари. **“Фойдаланилган асбоб-ускуналар”** деб номланган иккинчи бобида тажриба намуналарининг физик-кимёвий тадқиқининг замонавий усуллари, уларнинг технологик хусусиятларининг керамика массаси учун бошланғич хомашё компонентларининг таркиби ва миқдорига функционал боғлиқлигини аниқлаш учун фойдаланилган ускуна ва асбоблар келтирилган.

Тадқиқ этиш учун тажриба намуналари керамика технологиясининг яримқуруқ қолиплаш усули ҳамда пластик шакл бериш усули бўйича лаборатория печларида 900-1300°C ҳарорат оралиғида куйдириш йўли билан олинди. Сопалакнинг физик-кимёвий хусусиятлари ва юқори ҳароратдаги фазавий ўтишлари физик-кимёвий таҳлил усуллари билан ўрганилди.

“Олтинтоғ каолинларини қиздиришдаги физик-кимёвий ва фазавий ўзгариш жараёнлари. Паст ҳароратда пишадиган чинни таркибларини ишлаб чиқиш ва асосий хоссаларини тадқиқ этиш” деб номланган учинчи бобида Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц қуми ва Питов дала шпатининг кимёвий, минералогик таҳлил натижалари асосида юқори ҳароратда кечадиган физик-кимёвий хусусиятлари тўғрисида олинган маълумотлар келтирилди. Ўрганилган бойитилмаган каолинларнинг ўртача кимёвий таркиби, масс. %: SiO_2 -58,55; Al_2O_3 -20,1; TiO_2 -<0,30; Fe_2O_3 -1,94; P_2O_5 -<0,5; MgO -1,71; CaO -3,2; Na_2O -2,44; к.й.-7,95 бўлиб, турли ҳудудларининг кимёвий минералогик хусусиятлари, қатламларнинг қалинлиги ва олинган концентратларнинг кимёвий-минералогик таркиблари келтирилган. Кондан олинган намуналарнинг минералогик таркиби рентгенфазавий таҳлил ёрдамида ўрганилди.

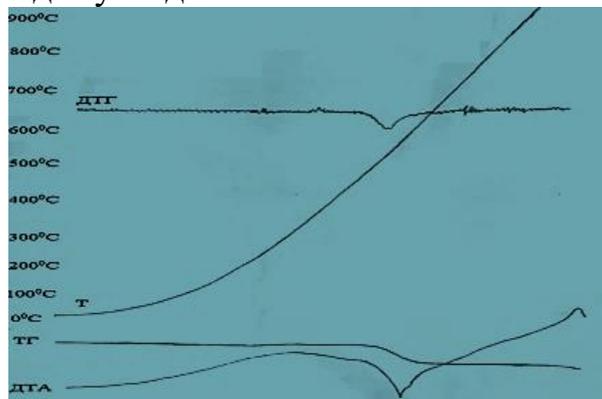


1-Расм. Олтинтоғ каолини бошланғич намунасининг рентгенограммаси

1-Расмда Олтинтоғ каолини бошланғич (бойитилмаган) намунасининг асосий дифракция чизиқларига мос келувчи каолинит $d=0,711; 0,433; 0,414; 0,355; 0,256; 0,248; 0,233; 0,223; 0,199; 0,167; 0,149$ нм; кварц $d=0,332; 0,425; 0,181; 0,166$ нм; мусковит (серицит) $d=0,988$ нм; биотит $d=0,423$ нм; гематит $d=0,145$ нм минераллари борлиги аниқланди. Каолин намунасини қиздиришдаги жараёнларни ўрганиш учун дифференциал-термик таҳлилдан фойдаланилди.

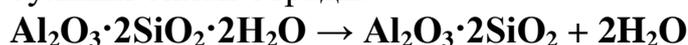
2-Расмдан кўринадикки, биринчи, кучсиз ифодаланган, эндотермик эффект, эркин сувнинг йўқотилишини кўрсатади. Кимёвий боғланган сув

450-850°C ҳарорат оралиғида каолин минералининг табиатига, кимёвий тузилишига ва қиздириш тезлигига боғлиқ равишда йўқолади. Кимёвий боғланган сувнинг асосий миқдори (12-13%) 610°C га яқин ҳароратда, қиздириш давомийлиги 10-12 дақиқадан кам бўлмаганда йўқолади. Тез қиздирилганда сув қолдиқларини (1% дан камроқ) йўқотилиши 900-1000°C ҳароратда тугайди.



2- Расм. Олтинтоғ каолини бошланғич намунасининг дифференциал-термограммаси

Каолинитни дегидратацияланиш жараёни қуйидаги реакция бўйича метакаолинит ҳосил бўлиши билан боради:

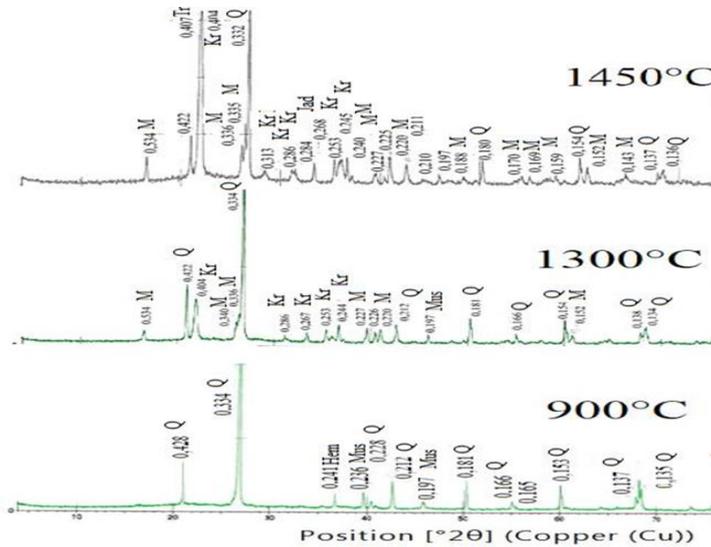


Дегидратация жараёнини эндотермик эффекти эгри чизиғида қайд этилган иссиқликнинг катта миқдорини ютилиши билан каолинитни икки қатламли панжарасидаги ўзгаришларнинг кристаллокимёвий жараёнлари деб кўрсатиш мумкин. 900-1050°C оралиғидаги (2-эгри чизиқ 1045°C даги, 2-расм.) биринчи экзотермик эффектни каолинит қолдиғини кристалл панжарасининг қайта тузилиши, метакаолинитни эркин оксидларга бўлган парчаланиши, кремний-кислородли тетраэдр ўртасидаги боғларни узилиши ва Al^{4+} - Al^{6+} ионларининг координацион сонларини қисман ошиши изоморф γ-глинозём ҳосил бўлиши ва унинг интенсив кристалланиши билан тушунтириш мумкин.

Олтинтоғ каолин кони намунасининг юқори ҳароратлардаги 3-расмдаги рентгенограммасидан кўриниб, турибдики, 900°C ҳароратда асосан кварц заррачаларининг, дифракция чизиқлари намоён бўлиб, шу ҳароратда гематит ва мусковит минералларининг дифракцион кўриниши, яққол акс этади ва 1300°C да қолдиқ кварц, дала шпати ва мусковит ўзининг кристалл тузилишини сақлайди. Ҳароратни 1300°C гача кўтарилганда, қолдиқ кварц, дала шпати дифракция чизиқлари билан биргаликда, муллит ва кристобалит, минералларининг эгри чизиқларининг яққол кўриниши пайдо бўлади. 1450°C ҳароратда эса, кристалл фазалар тўлиқ шаклланганлигини кўриш мумкин. Ҳарорат кўтарилгани сари дифракцион максимумлар сони ҳам кескин ортиб боради. 1450°C ҳароратда муллит минералига ($d=0,54$; $0,336$; $0,2270$; $0,220$; $0,211$; $0,152$ нм), α-кристобалит минералига ($d=0,404$; $0,313$; $0,284$; $0,188$ нм), β-кристобалит минералига ($d=0,253$ нм), α-тридимит минералига ($d=0,407$; $0,169$ нм) ҳамда жадеит минералига тегишли дифракция максимумлари аниқ кўринади. Бунда қолдиқли кварц кристалларининг интенсивлигининг бирмунча пасайиши, тридимит ва жадеит минералларнинг дифракцион

чизикларининг пайдо бўлиши, хомашё таркибида дала шпати кўринишидаги альбит минералининг мавжудлигидан далолат беради.

Бир қатор кварц-каолинли жинс (хомашё)ни намуналарини минерал ресурслар институти (ИМР) лаборатория шароитида сув билан ювиш усулидан фойдаланилиб, бойитиш натижасида йирик ўлчамдаги жинсларни йўқотишга эришилди.



3-Расм. Куйдирилган Олтинтоғ каолини бошланғич намуналарининг рентгенограммалари

Каолинли концентратларнинг донадорлик таркибидан кўришиб турибдики, таркибдаги темир оксидларининг миқдори бойитилгандан кейинги кумли фракциянинг таркибидан икки баробардан юқори эканлигини кўриш мумкин. Бундан хулоса қилиш мумкинки, Олтинтоғ каолинлари таркибида темир кўпроқ гематит кўринишида майин дисперс кўринишга эга. Фракциялар бўйича 2 ҳил каолинли концентратларнинг таркиби 1-жадвалда келтирилган.

1-Жадвал

Фракциялар бўйича каолинли концентратларнинг кимёвий таркиби

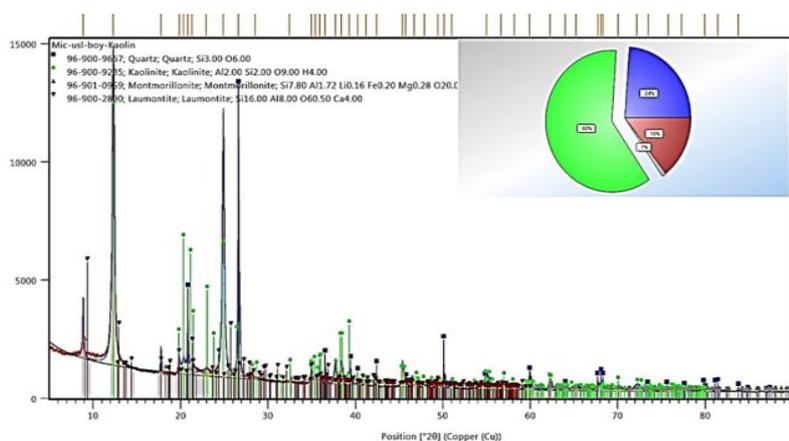
Намуналар	Фракциялар ўлчами, мм	Компонентларнинг масса миқдори, масс.%									
		к.й.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
№1	0,01-0,005	13,14	44,95	2,21	36,62	0,44	1,20	<0,10	0,65	0,56	<0,10
	0,005- 0,001	19,03	43,02	2,18	36,01	0,43	1,37	<0,10	1,03	0,63	<0,10
	<0,001	16,02	42,09	2,30	35,80	0,51	1,46	<0,10	1,15	0,36	<0,10
№2	0,01-0,005	13,47	45,20	2,16	36,23	0,44	1,26	<0,10	0,69	0,46	<0,10
	0,005- 0,001	14,33	44,92	2,22	35,65	0,43	1,18	<0,10	0,96	0,31	<0,10
	<0,001	14,30	43,80	2,39	35,40	0,46	1,30	<0,10	0,98	0,35	<0,10

Бойитиш жараёни эффекти каолин таркибдаги Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃ оксидларнинг миқдори билан баҳоланади. Каолинларни бойитишда коагулянт сифатида, Са(ОН)₂, СаСl₂, КМЦ ва ПАА лардан фойдаланилди.

КМЦ, ПАА ва коагулянтсиз бойитилган каолин намуналари тенг миқдордаги 50 граммли каолин намуналарига бўлиб 500 мл 10% ли НСl кислотада, пульпа ММ-3 маркали магнитли аралаштиргичда қайта ишланди.

Юқорида келтирилган каогулянтлар кўшиб бойитилган каолин намуналарининг оқлик даражаси 75-80% ни ташкил қилди. Қайнатиш усулида олинган бойитилган каолиндаги Fe_2O_3 ни масса миқдорини 1,0-1,5% гача камайишига эришилди. Гидротермал усулда олинган бойитилган каолиндаги Fe_2O_3 ни масса миқдори 0,5-1,0% гача камайганлиги тажрибалар орқали аниқланди.

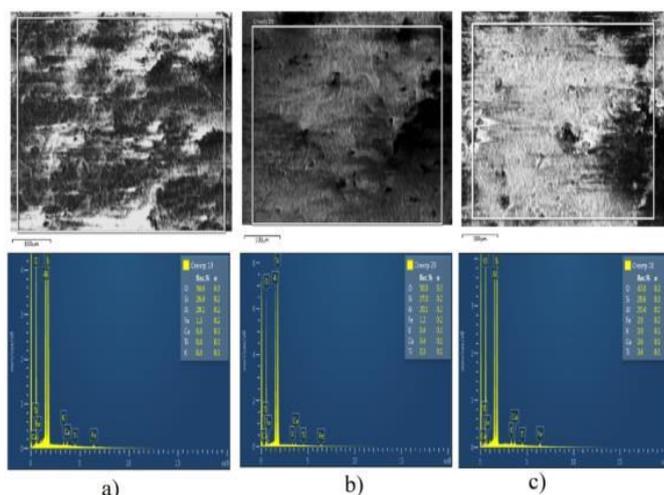
Микробиологик усулда, бойитилган каолиннинг минерологик таркибидан кўриниб турибдики, каолинит минералининг дифракция чизиқлари интенсивлиги юқори кўрсаткичга эгадир. Бунга сабаб, каолин бойитилгандан сўнг, 5% гача эркин кварц аралашмасига эга бўлиб, сарғиш кулранг кўринишда бўлади (4-расм).



4-Расм. Микробиологик усулда бойитилган Олтинтоғ кони каолини намунасининг рентгенограммаси

Оддий шароитда бойитилган, Олтинтоғ каолинининг 900°C ҳароратда куйдирилганда бойитилган каолиндаги каолинит минерали октаэдр шаклидан, аморф ҳолатидаги тетраэдр шаклга ўтганлиги сабабли, унинг интенсивлиги бирмунча камайганлиги кузатилди. Шу сабабли диаграммада намуна таркибидаги кварцнинг дифракция чизиқларини 62% гача ортганлигини, мусковитнинг дисперс ҳолатдаги кўриниши серицитнинг 24% гача, гематитнинг 8% гача ортганлигини кўриш мумкин.

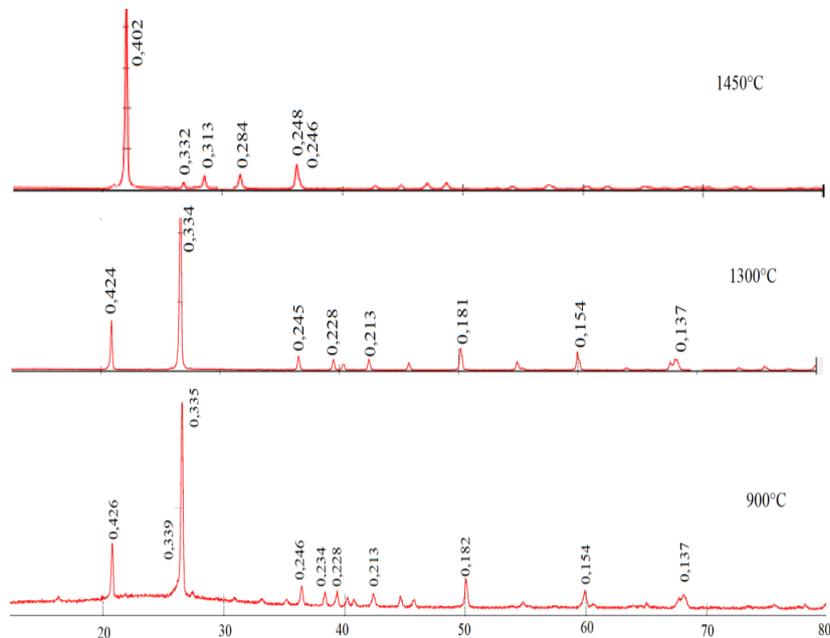
Бойитилиб, 1150°C ҳароратда куйдирилган, Олтинтоғ каолин кони намунасининг х500 катталаштирилгандаги растр-электрон микроскопдаги кўриниши ва элемент таҳлили натижалари 5-расмда келтирилган.



5-Расм. Бойитилиб куйдирилган, Олтинтоғ кони каолини намунасининг растр-электрон микроскопдаги кўриниши (кат.х500) ва элемент таҳлили:
a); b); c); -намунанинг қуйи; ўртаси; юқори томонидан олинган тасвирлари

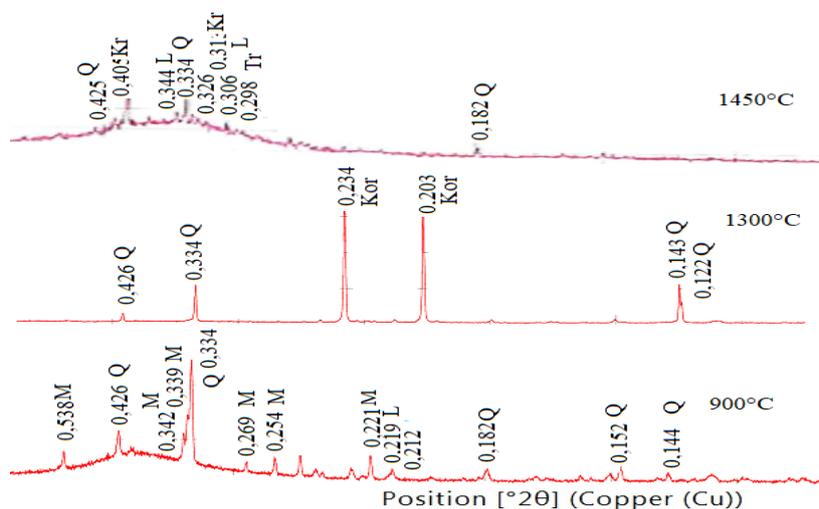
5-Расмдан кўриниб, турибдики бойитилган каолин пиширилганда, криптокристалл тузилишга эга бўлган, микроструктуравий ўзгаришга учраганлигини кўришимиз мумкин. Бунда 1250°C ҳароратда муллит кристалларининг ҳосил бўлганлигини кузатилади.

Бойитилган Кўкаёз кварц кумининг юқори ҳароратлардаги фазавий ўзгаришлари 6-расмдаги рентгенограммаларда келтирилган.



6- Расм. Бойитилиб куйдирилган Кўкаёз кварц қуми намуналарининг рентгенограммалари

Кварцнинг тегишли текисликлараро масофаси $d=0,426; 0,334; 0,246; 0,228; 0,213; 0,197; 0,181; 0,167; 0,165$ нм учун характерлидир. 1450°C ҳароратда тоза кварцда $d=0,402; 0,284; 0,248$ нм текисликлараро масофада кристобалит минералининг кучли рефлекслари пайдо бўлади.



7-Расм. Куйдирилган Питов дала шпати намуналарининг рентгенограммалари

Питов дала шпатининг юқори ҳароратлардаги рентгенограммаларидан кўриниб турибдики, дала шпатига тегишли бўлган минераллар 900-1450°C ҳароратларнинг биронтасида кузатилмайди. Бунга сабаб, дала шпати таркиби асосан калий ва натрийли дала шпатларига тегишли бўлиб, ҳаттоки 900°C ҳароратда ҳам аморф ҳолатга ўтиши натижасида дифракция эгри чизиқлари

кузатилмайди. 900°C ҳароратда кучсиз интенсивликда, муллит кристалларининг пайдо бўлишини кўришимиз мумкин. Ҳарорат 1450°C га кўтарилиши билан массада муллит ва кварц кристалларининг йўқотилиши кузатилади ва тўлиқ аморф шиша фазага ўтиши натижасида дифракция чизиқлари деярли кўринмай қолади (7-расм).

2-Жадвал

Ўрганилган хомашё материалларининг кимёвий таркиби

Компонент-лар	Оксидларнинг миқдори, масс.%										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	к.й.	Йиғинди
Олтинтоғ каолини	51,12	0,15	33,83	0,8	0,56	0,49	0,47	1,32	0,21	12,02	100,00
Кўкаёз кварц қуми	98,06	0,02	0,1	0,02	0,1	0,26	0,27	0,13	0,24	1,26	100,00
Питов дала шпати	65,14	0,03	18,12	0,22	0,2	0,39	2,75	13,10	0,01	0,03	99,99

Чинни таркибидаги хомашёни янги ўрганилган хомашёларга алмаштиришда тажрибавий чинни массаларининг шихта таркибини ҳисоблаш проф. Г.Н.Масленникова усули бўйича амалга оширилди.

3-Жадвал

Тажрибавий керамик массаларининг омухта таркиблари

Масса номланиши	Тажрибавий чинни массаларининг омухта таркиблари, масс.%			
	Олтинтоғ каолини	Кўкаёз кварц қуми	Питов дала шпати	Сумма
1-ЧМ	50	22	28	100
2-ЧМ	44	32	24	100
3-ЧМ	30	20	50	100
4 -ЧМ	43	9	48	100
5 -ЧМ	33	23	44	100
6-ЧМ	20	30	50	100
7-ЧМ	40	30	30	100
8-ЧМ	35	25	40	100
9-ЧМ	44	22	34	100
10-ЧМ	53	25	22	100

Ўрганилган хомашёларнинг кимёвий таркиби ҳақида олинган маълумотлар асосида (2-жадвал), тажриба чинни массаларининг кимёвий таркиблари ҳисобланди (3-жадвал). Маҳаллий хомашё асосида тажрибавий чинни массаларининг кимёвий таркибини ҳисоблаш натижалари 4-жадвалда келтирилган.

Тажриба чинни массалари таркибидаги тошсимон компонентларини лаборатория шарли тегирмонида 006 рақамли элакдан ўтказилганда 0,8-1,0% қолдиқ қолгунга қадар майдаланди. Талаб даражасида майдаланган

хомашёлар асосида 10 та тажриба массалари ишлаб чиқилди ва уларнинг физик-механик ҳамда технологик хоссалари аниқланди.

Асосий физик-механик ва технологик хоссалари энг юқори бўлган чинни массалари ажратиб олинди. Бу ажратиб олинган оптимал таркибли массаларнинг структура тузилишининг тайёр маҳсулот хоссаларига боғлиқлигини замонавий физик-кимёвий таҳлиллар асосида тадқиқ этилди.

4-Жадвал

Тажрибавий чинни массаларининг кимёвий таркиби

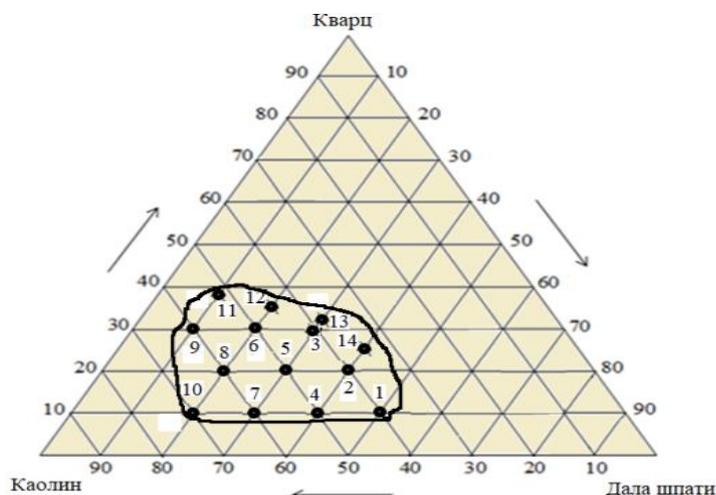
Масса номла-ниши	Оксидларнинг миқдори, масс. %;								к.й.	КК	$\frac{R_2O_3}{R_2O + RO}$
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ - FeO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O			
1-ЧМ	69,24	19,42	0,72	0,21	0,41	0,32	2,74	0,58	6,36	1,809	3,573
	73,94	20,74	0,77	0,23	0,43	0,35	2,92	0,62	-	1,812	3,650
2-ЧМ	68,99	19,47	0,68	0,20	0,41	0,34	2,93	0,61	6,37	1,796	3,447
	73,57	20,85	0,72	0,23	0,48	0,37	3,12	0,66	-	1,789	3,424
3-ЧМ	68,39	19,78	0,56	0,18	0,47	0,40	2,68	0,55	6,99	1,766	2,583
	72,38	22,22	0,61	0,22	0,54	0,43	2,97	0,63	-	1,666	3,610
4-ЧМ	67,64	20,30	0,57	0,18	0,49	0,41	2,85	0,58	6,98	1,697	3,491
	72,57	21,87	0,61	0,20	0,53	0,44	3,16	0,62	-	1,697	4,514
5-ЧМ	65,41	22,11	0,50	0,16	0,56	0,38	3,28	0,85	6,75	1,634	3,398
	70,13	23,71	0,54	0,18	0,60	0,41	3,52	0,91	-	1,637	3,422
6-ЧМ	69,23	19,73	0,63	0,18	0,53	0,43	3,32	0,72	5,23	1,758	2,973
	73,06	20,82	0,66	0,20	0,56	0,45	3,50	0,75	-	1,753	2,979
7-ЧМ	69,70	18,80	0,79	0,24	0,34	0,25	2,64	0,57	6,67	1,888	3,861
	74,53	20,30	0,85	0,26	0,36	0,27	2,82	0,61	-	1,870	3,891
8-ЧМ	68,94	19,49	0,79	0,25	0,31	0,24	2,48	0,52	6,98	1,817	4,260
	74,12	20,95	0,85	0,27	0,33	0,26	2,66	0,56	-	1,814	4,263
9-ЧМ	69,16	19,48	0,78	0,25	0,30	0,23	2,40	0,50	6,90	1,832	4,402
	74,28	20,93	0,84	0,27	0,32	0,25	2,57	0,54	-	1,829	4,425
10-ЧМ	66,73	21,48	0,70	0,27	0,48	0,31	2,98	0,78	6,27	1,720	4,382
	71,20	22,91	0,76	0,29	0,51	0,32	3,18	0,83	-	1,719	4,352

Диссертациянинг “Чинни массаси намуналарининг пишиш жараёнида кристалл фаза структурасининг ҳосил бўлиши ва физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш” деб номланган тўртинчи бобида “каолин-кварц-дала шпати” системасида чинни буюмлари олиш соҳалари аниқланган ҳамда “ART GLOSS GALLERY” ҚК шароитида чинни массаси учун уч компонентли алюмосиликат системасида яратилган таркибларни ишлаб чиқариш шароитида тажриба синовлардан ўтказилганлик натижалари келтирилган.

Ишлаб чиқилган таркиблардаги чинни массаси намуналарини кислоталик коэффицентининг (КК) қийматига кўра 1-ЧМ, 2-ЧМ, 5-ЧМ, 8-ЧМ, 9-ЧМ массалари КК қийматига кўра ($k=1,26 \div 1,65$) хўжалик чиннига, 4-

ЧМ, 10-ЧМ қаттиқ чиннига ($k=1,1\div 1,3$) ва 6-ЧМ ($k=1,63\div 1,75$) массаси юмшоқ чиннига, 5-ЧМ ($k=1,4\div 1,5$) эса фаянсга тегишли қийматга мос келади.

Бу қийматларга (КК) мос равишда 8-расмда келтирилган алюмосиликат системаси диаграммасида нафис керамик материаллари олишга мос келувчи соҳа аниқланди.



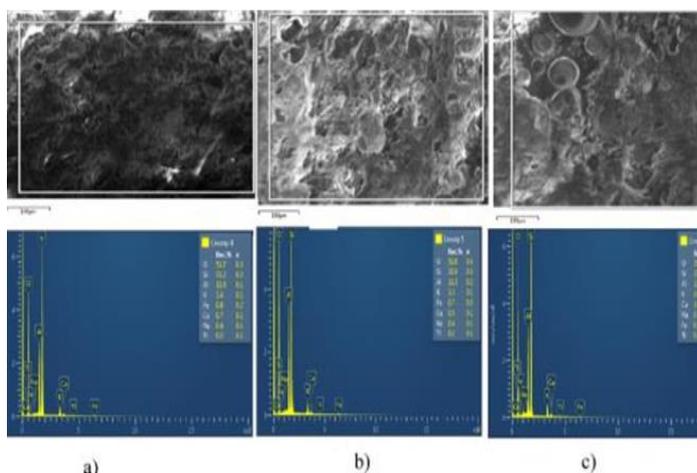
8-Расм. Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц қуми, Питов дала шпати системасидаги нафис керамик материаллари олиш соҳаси

Одатда, бойитилган Ангрен иккиламчи каолини тажриба масса таркибларида қовушқоқловчи компонент сифатида фойдаланилади.

5-Жадвал

Синовдан ўтказилган мақбул чинни массаларининг омўхта таркиби

Хомашё материаллари	Массалар таркиби, масс.% да		
	Самарқанд ЧМ	3-МЧМ	5-МЧМ
Бирламчи Ангрен каолини, АКС-30	20	-	10
Иккиламчи бойитилган Ангрен каолини	47	-	-
Лянгар пегматити	23	-	-
Олтинтоғ бойитилган каолини	-	40	30
Кўкаёз кварц қуми	-	25	25
Питов дала шпати	-	20	20
Ангрен қора каолинитли глинаси	-	11	9
Биринчи пиширишдан кейинги чинни чиқиндилари (1250°C)	10	4	6
100% дан ташқари қўшилган ССБ	1,0	1,0	1,0
Изоҳ: Самарқанд ЧМ (Самарқанд чинни заводи массаси)			



9-Расм. 1150 °С ҳароратда куйдирилган 3-МЧМ намунасининг растр-электрон микроскопдаги кўриниши (кат,х500) ва элемент таҳлили: a); b); c); -намунанинг қуйи; ўртаси; юқори томонидан олинган тасвирлари

1150°C ҳароратда куйдирилган 3-МЧМ намунасининг растр-электрон микроскопдаги микротасвирдан кўринадикки, йирик кварц кристаллари ва ғоваклар ораси дала шпати суюқланмаси билан қопланган, муллитнинг кристаллари яхши кристалланган.

Паст ҳароратда пишадиган чинни олишнинг ишлаб чиқаришдаги тажриба синови ва олинган натижаларни амалиётга жорий этиш “ART GLOSS GALLERY” ҚК ишлаб чиқариш шароитида ўтказилган синовларга кўра, яратилган мақбул таркибли керамика, яъни 3-МЧМ ва 5-МЧМ (5-жадвал) массаларидан олинган чинни буюмлари физик-механик ва технологик хоссаларига кўра ГОСТ 28390-89 талабларига жавоб беради (6-жадвал).

6-Жадвал

Чинни намуналарининг физик-механик ва технологик хоссалари

Чинни намуналарининг хоссалари	Кўрсаткичлар			ГОСТ 28390-89
	Самарқанд ЧМ	3- МЧМ	5- МЧМ	
Куйдириш ҳарорати, °С	1320-1350°С	1280-1320°С	1280-1320°С	-
Сув шимувчанлиги, %	0,25	0,05	0,05	0-0,5
Умумий қисқариши, %	14,0	13,5	14,5	-
Ҳажмий масса, г/см ³	2,34	2,35	2,40	2,25-2,42
Статик эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси, МПа	75	94	93	70-90
Оқлик, %: сирланмаган	55	64	66	55
Иссиқбардошлик, иссиқлик алмашиш сони	8-9	11	10	8

“ART GLOSS GALLERY” ҚК шароитида ўтказилган синовлар натижасида Олтинтоғ каолинларидан (бойитилгандан кейин) истиқболли, илгари фойдаланилмаган хомашё сифатида ишлатилганда ишлаб чиқилган чинни массаларининг нисбатан паст ҳароратда (1280-1300°С) пишиши натижасида юқори сифатли майший-хўжалик чинни буюмлари олиш имкониятлари аниқланди. Ҳароратни 30-50°С га пасайиши ёқилғи-энергетик

ресурсларни тежаш, шунингдек, керамика материаллари саноатининг хомашё базасини кенгайтириш имконини беради.

ХУЛОСА

1. Илмий тадқиқот ва тажриба натижалари асосида Олтинтоғ каолини, Кўкаёз кварц куми, Питов дала шпати хомашё ресурсларининг кимёвий ва минералогик таркиблари ҳамда керамик-технологик ва физик-механик кўрсаткичлари бўйича нафис керамика (чинни) буюмлари олиш учун яроқли эканлиги асосланди.
2. Олтинтоғ каолинларининг кимёвий-минералогик таркиби ва керамик-технологик хоссаларини комплекс ўрганиш асосида, таркибида каолинит, кварц, дала шпати, монтмориллонит, серицит каби юқори ҳароратларда фазавий ўзгаришларга эга бўлган минераллар мавжуд эканлиги аниқланган. Каолиннинг 900-1450°C ҳарорат оралиғидаги фазавий ўзгаришлари тадқиқ этилганда, структурасининг гетероген фазадан иборат бўлганлиги, кристалл фаза сифатида муллит ва кристобалит минералларидан ташкил топганлиги аниқланди.
3. Питов дала шпатининг кимёвий-минералогик таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш натижасида, дала шпатининг асосий жинс ҳосил қилувчи минераллари микролин ва кварц бўлиб, таркибидаги ишқорий оксидларнинг миқдорларига кўра калийли дала шпати ҳисобланади. Ушбу ноёб хомашё шишафаза кўринишидаги қовушқоқ суюқланма ҳосил қилувчи компонент сифатида ва амалдаги талабларга тўлиқ жавоб берадиган нафис керамика (чинни) буюмлари ишлаб чиқаришда муҳим аҳамиятга эга.
4. Фойдаланилган хомашё ресурслари асосида синтез қилинган чинни намуналарининг структура ҳосил бўлиш жараёни замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида тадқиқ этилган ва чинни структурасида унга мустаҳкамлик, зичлик ва юқори эстетик хоссаларни берувчи муллит, кварц ва кристобалит кристалл фазалари ҳамда улар орасини тўлдирувчи шишафазадан иборат эканлиги исботланди.
5. “Каолин-кварц куми-дала шпати”, алюмосиликат системасида чинни намуналарининг тўлиқ пишиш жараёни 1280-1300°C ҳарорат оралиғида бўлиб, бу амалдаги чинни маҳсулотини пишириш ҳароратига нисбатан 30-50°C гача паст бўлиши аниқланди.
6. “Каолин-кварц”, “каолин-дала шпати” ва “каолин-кварц-дала шпати” алюмосиликат системаларида паст ҳароратда пишадиган намуналарни олиш учун суюқланиш ҳароратининг эвтектик нуқталари ва мақбул таркиблар соҳаси аниқланган, ҳамда чинни массаси тажриба намуналарига термик ишлов беришдаги “таркиб-структура-хосса” функционал боғлиқлигига пишиш ҳароратининг таъсири кўрсатилган.
7. Янги минерал хомашёлар асосида чинни буюмлари олиш учун бир қатор омукта таркиблари лойиҳалаштирилган. Паст ҳароратда пишадиган чинни массалари омукта таркибларининг кислоталик коэффицентлари ҳисоблаб

топилган ва чинни намуналарининг физик-механик ҳамда технологик ҳоссалари асосида яратилган чинни массаларининг мақбул таркиблари тавсия этилган.

8. Олинган илмий натижалар алюмосиликат системаларида чинни структурасида юқори ҳароратда бўладиган фазавий ўтиш жараёнларини физик-кимёвий тадқиқ этиш бўйича қўлланма материал сифатида фойдаланиш ва амалиётда эса ноанъанавий истиқболли хомашё ресурслари асосида керамик материаллар таркиблари ва энергиятежамкор инновацион технологияларини яратиш орқали иқтисодий муаммоларни ҳал этиш мумкинлиги кўрсатилган.

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

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЖУМАНОВ ЮСУФ КУРБОНОВИЧ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СПЕКАНИЯ
АЛТИНТАУСКИХ КАОЛИНОВ И СИНТЕЗ ТОНКОКЕРАМИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ «КАОЛИН-КВАРЦ-ПОЛЕВОЙ ШПАТ»**

02.00.15- Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2020.3.PhD/K316.

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

Научный руководитель:	Эминов Ашрап Мамурович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Сидиков Абдужалол Сидикович доктор химических наук, профессор Бабаев Забибулла Камилович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация	Термезский государственный университет

Защита состоится « 6 » января 2022 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019..K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел.: (99871) 262-56-60; email: ionxanruz@mail.ru.

Диссертация зарегистрирована в библиотеке Института общей и неорганической химии за № 22, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел: (99871) 262-56-60)

Автореферат диссертации разослан « 24 » декабря 2021 года.
(реестр протокола рассылки №22 от « 24 » декабря 2021 г.)



Б.С.Закиров
Председатель разового научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.х.н., проф.

Д.С.Салиханова
Ученый секретарь разового научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., проф.

У.К. Ахмедов
Председатель разового научного семинара при Научном совете
по присуждению учёной степени доктора наук, д.х.н., проф.

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в условиях рыночных отношений обеспечение местными сырьевыми материалами при производстве высококачественных продукции и устойчивая организация функциональных режимов предприятия, в частности, в развитие производства керамических материалов, является одним из важных направлений. Потому что, процесс спекания шихтового состава, подготовленного из сырьевых материалов, является сложным процессом и имеет важное значение в определении функциональных и эксплуатационных свойств обожженной керамики, в частности фарфорового черепка под воздействием многих факторов. Следовательно, во всём мире уделяется особое внимание изучению процессов обжига фарфоровых изделий из фарфорового сырья, в основном с использованием обогащенного каолина, путём определения процессов спекания при низких температурах, имеющее важное значение при разработке технологических режимов их производства.

В мировом масштабе ведутся исследования по уменьшению расхода энергетических ресурсов при производстве фарфоровых изделий и ускорению технологических процессов при обжиге. В этой связи, уделяется особое внимание управлению физико-химических процессов и выбора обжига сырьевых компонентов, так как, каолина, кварцевого песка, полевого шпата в трёхкомпонентной системе в интервале различных температур; обоснованию влияния состава и температуры исходных компонентов на формирование новых кристаллических фазовых структур алюмосиликатных минералов, таких как муллит, кварц, кристобалит, в результате фазовых переходов компонентов исходного сырья; обоснованию определению физико-механических свойств фарфора и оптимальных режимов их обжига.

В Республике проводятся широкомасштабные мероприятия по исследованию процессов спекания фарфоровых изделий для улучшения технологических свойств и достигнуты определённые научные и практические результаты по проектированию новых нетрадиционных составов. В стратегии действий по дальнейшему развитию в Республики Узбекистан поставлены задачи по «стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения научных и инновационных достижений в практику»¹. В связи с этим, исследование получения фарфоровых изделий, спекающийся при низких температурах и процессов обжига тонкокерамических материалов с использованием новых сырьевых компонентов имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг.» от 7 февраля 2017 года,

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»

Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-3698 «О дополнительных мерах по совершенствованию механизмов внедрения инноваций в отрасли и сферы экономики» от 7 мая 2018 года, Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-2698 «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017 - 2019 годы» от 26 декабря 2016 года, Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 «О Программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы» от 23 августа 2017 года, а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики: Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. «Химическая технология и нано технология».

Степень изученности проблемы. Как известно из литературы, традиция получения тонкокерамических материалов на основе минерального сырья каолина, кварца и полевого шпата, в частности традиция получение фарфора и фаянса, началась в начале XVIII века, и их систематическое изучение начала развиваться с середины XX века. В этой области вклад ведущих учёных, таких как П.П.Будников, А.С.Бережной, А.И.Августиник, И.А.Булавин, И.И.Мороз, Ахъян А.М., В.Ф.Павлов, Г.Н. Масленникова очень велика. Исследовательские работы в этой сфере ведущих мировых учёных, таких как Schuller K.H., Marzahl H., Hennicke H.W., Schwiete H.E., Brindley G.W., Nakahira M., Chakraborty A.K., Zogrofou C., Miels A., Mortel H., Stark R., Akihiko N., Shubert H., Ibrahim D.M. и других исследователей достойны внимания.

В Узбекистане в научных лабораториях Института общей и неорганической химии, Института материаловедений, Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкентского химико-технологического института, ГУП «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете созданы научные школы по получению керамических материалов на основе местных традиционных и нетрадиционных каолинов, глиноподобных и других минеральных сырьевых ресурсов и различных промышленных отходов, используемых для различных целей, и в которых ведутся научные исследования. В частности, учёные нашей республики, такие как Ф.Х.Таджиев, Н.А.Сирожидинов, А.А.Исматов, А.Х.Исмоилов, Р.И.Абдуллаева, А.М.Эминов, М.Ю.Юнусов, Д.И.Максудов, И.А.Азимов, А.П.Иркахожаева, З.Р.Кадырова, Б.Т.Сабиров и др. проводили научно-исследовательские работы по синтезу и технологии керамических материалов с различными свойствами на основе местного каолина-кварцполевого шпата. Следует отметить, что из-за неполной изученности минеральных сырьевых ресурсов на территории Республики Узбекистан, отсутствуют предприятия по производству тонкокерамических изделий, отвечающих современным требованиям качества и не производятся качественные фарфоровые изделия.

Таким образом, недостаточно достоверной и научно обоснованной информации по исследованию технологических, практических и экономических особенностей физико-химических процессов, происходящих при высоких температурах при производстве тонкокерамических материалов с эффективным, энергосберегающим составом и требуемыми качествами на основе местных сырьевых ресурсов, в частности низкотемпературных фарфоровых изделий.

Связь темы диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена работа. Диссертационное исследование выполнено в рамках планов темы прикладного проекта Института общей и неорганической химии АН РУЗ № ПЗ-20170920189 по теме «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения теплоизоляционно-огнеупорных и керамических материалов путем комплексной переработки нерудных сырьевых и вторичных ресурсов» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является установление физико-химических процессов спекания каолинов Алтинтауского месторождения и получение низкотемпературных фарфоровых изделий на основе синтеза тонкокерамических материалов в трёхкомпонентной системе «каолин-кварц-полевой шпат».

Задачи исследования:

проведение научного анализа физико-химических процессов в трехкомпонентной алюмосиликатной системе, составленной из Алтинтауского каолина, Кокаязкого кварцевого песка и Питовского полевого шпата и определение их керамико-технологических свойств;

разработка состава опытно-фарфоровой массы для исследования процессов спекания, фазовых изменений и твердофазных реакций в системе «каолин-кварц-полевой шпат»;

изучение процессов образования кристаллических и стеклофазных в фарфоровой структуре при термической обработке опытных образцов фарфора при высоких температурах и проведение комплексных исследований по изучению влияния фазового состава фарфора на физико-химические свойства готового продукта;

исследование функциональной взаимосвязи «состав-структура-свойство» на изменение температуры спекания опытных образцов фарфоровой массы;

определение физико-химических, физико-механических и эксплуатационных особенностей опытных образцов фарфора;

проведение апробации результатов исследования через испытания опытных образцов фарфора в промышленных условиях;

обсуждение результатов исследования и выдача рекомендаций по их использованию.

Объектом исследования являются опытные образцы сырья и фарфоровой массы месторождений каолинов Алтинтау, кварцевого песка Кокаяз и полевого шпата Питов.

Предметом исследования является изучение физико-химических и физико-механических свойств, процесса спекания подготовленных образцов фарфоровой массы через определение эстетических точек трёхкомпонентной системы при низких температурах, определение технологических режимов спекания и их оптимального состава путём проведения лабораторных исследований и опытно-испытательных работ в промышленных условиях.

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

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые всесторонне изучено влияние кристаллических фаз, образованных в результате физико-химических процессов при обработке при высоких температурах нового сырья из месторождений каолинов Алтинтау, кварцевого песка Кокаяз и полевого шпата Питов, и современными физико-химическими методами определено образование кристаллов муллита и кристобалита при более низких температурах;

доказано образование кристаллических фаз муллита, кварца и кристобалита в фарфоровых образцах, синтезированных в процессе гетерогенного спекания в системе «каолин-кварц-полевой шпата» в интервале температур 1000-1300°C;

установлена особенность формирования фазовой микроструктуры фарфорового образца нового состава, а также обладание высокими механическими и эстетическими свойствами синтезированных фарфоровых образцов при сравнении с изделиями хозяйственно-бытового фарфора, полученными на основе традиционного сырья;

выявлено более полное формирование в фазовой структуре фарфора игольчатой (вторичной) морфологии, образованных муллитовых кристаллов, по сравнению с полученным из традиционного фарфорового сырья;

установлено положительное влияние функциональной зависимости «состав-структура-свойство» при термической обработке опытных образцов фарфоровой массы на снижение температуры спекания от степени дисперсности в системе «каолин-кварц-полевой шпат»;

выявлены области оптимального состава и эстетических точек температуры плавления в двухкомпонентных системах «каолин-кварц», «каолин-полевой шпат» и алюмосиликатной системе «каолин-кварц-полевой шпат» в результате синтеза образцов низкотемпературного спекания.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснованы возможности широкомасштабного производства фарфоровых изделий посредством совместного использования изученных местных Алтинтауских каолинов, Кокаязского кварца и Питовского полевого шпата в качестве основных компонентов при синтезе фарфора;

установлены оптимальные составы и технологические режимы низкотемпературного обжига при синтезе фарфоровых изделий хозяйственно-бытового назначения на основе местного сырья.

Достоверность результатов исследования полученные результаты обоснованы применением современных методов физико-химических исследований и опытных испытаний керамической технологии.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается влиянием новообразованных кристаллических фаз на процессы формирования структуры при проектировании состава фарфоровых материалов, определением взаимосвязи вида, состава и температуры спекания сырьевых компонентов с твёрдофазным спеканием фарфоровой массы на основе трёхкомпонентной системы и изменениями физико-химических, физико-механических и эксплуатационных показателей полученных фарфоровых образцов с использованием полевого шпата в качестве образователя стеклофазы;

Практическая значимость результатов исследования обосновывается разработкой в первый раз оптимального состава и технологических режимов получения при низких температурах тонкокерамических (фарфоровых) материалов, с Алтинтауским каолином, Кокаязским кварцевым песком и Питовским полевым шпатом Навоийской области в качестве образователя стеклофазы фарфорового черепка. Эти практические решения будут служить средством обеспечения расширения сырьевой базы, экономии энергии и производства востребованных продуктов, отвечающих требованиям действующих стандартов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по исследованию физико-химических процессов спекания каолинов Алтинтауского месторождения и разработки состава низкотемпературного спекания с использованием местного сырья, посредством синтеза тонкокерамических (фарфоровых) материалов в системе «каолин-кварц-полевой шпат»:

разработанный состав на основе местного нетрадиционного сырья использован в качестве справочного материала в прикладном проекте ПЗ-20170920189 по теме: «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения теплоизоляционно-огнеупорных и керамических материалов путем комплексной переработки нерудных сырьевых и вторичных ресурсов» (справка Академии наук Республики Узбекистан №4/1255-843 от 19 марта 2021 года). В результате, это дало возможность получения научно-обоснованных в рамках проекта фундаментальных данных о фазовых изменениях фарфоровых образцов при обжиге при низких температурах, подготовленных с оптимальным компонентным составом новой керамической массы на основе трёхкомпонентной системы, образования кристаллической фазы и структуры фарфора, твёрдофазных химических реакций в процессе спекания;

разработанный состав керамической массы на основе исследованного каолина, кварца и полевого шпата, внесен в перечень осуществляемых в 2023-2024 годах перечень перспективных разработок СП «ART GLOSS GALLERY» (справка СП «ART GLOSS GALLERY» № 15/12 2021-6 от 02 декабря 2021 года). В результате, этого создана возможность получения энергосберегающих продуктов, отвечающих действующим стандартам.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 11 научные статьи, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций, в том числе 10 в республиканских и 1 в зарубежном журнале.

Объем и структура диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, охарактеризованы цель и задачи объект и предмет исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты, раскрыты научная и практическая значимость результатов, приведены данные по внедрению в практику результатов исследования, опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Характеристика традиционных каолиновых сырьевых ресурсов Республики Узбекистана, СНГ и зарубежных стран»** представлены результаты критического анализа опубликованных в научно-технической литературе публикаций по подбору сырьевых компонентов для производства тонкокерамических материалов, физико-химическим и технологическим свойствам, методам синтеза, процессам твердофазного спекания, влиянию фазовых переходов и образованных в керамическом черепке в режиме обжига кристаллических фаз на образование структуры фарфора в мировом масштабе, в частности в Узбекистане. Проведён анализ потребностей и предложений предприятий керамической промышленности Республики Узбекистан и в мировом масштабе для проектирования фарфоровых материалов из каолина, используемого для различных целей в керамической промышленности. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных исследований сформулированы цели и задачи этого исследования.

Автор выражает искреннюю благодарность д.х.н., проф. Кадыровой З.Р. за научные советы при выполнении диссертации.

Во второй главе диссертации «**Физико-химический анализ исходных компонентов тонкокерамических (фарфоровых) образцов и методы исследования физико-керамических свойств керамических материалов. Используемые приборы и оборудование**» представлены современные методы физико-химического исследования опытных образцов, приборы и оборудование, использованные для определения функциональной взаимосвязи их технологических свойств с составом и исходных сырьевых компонентов для проектирования керамической массы.

Для исследований опытные образцы были получены методом полусухой формовки и пластиковой формовки с последующим обжигом в интервал температур 900-1300⁰С в лабораторных печах. Физико-химические свойства и фазовые переходы при высоких температурах изучались методами физико-химического анализа.

В третьей главе диссертации «**Процессы физико-химического и фазового превращения при обжиге Алтинтауских каолинов. Разработка составов фарфора низкотемпературного спекания и исследование их основных свойств**» представлены полученные сведения о физико-химических свойствах, происходящих при высоких температурах на основе химического, минералогического анализа Алтинтауского каолина, Кокаязского песка и Питовского полевого шпата. Представлен средний химический состав изученных необогащённых каолинов: масс. %: SiO₂-58,55; Al₂O₃-20,1; TiO₂-<0,30; Fe₂O₃-1,94; P₂O₅-<0,5; MgO-1,71; CaO-3,2; Na₂O-2,44; п.п.п.- 7,95, химические минералогические особенности проб в зависимости от участка месторождения, толщина пластов и химико-минералогические составы полученных концентратов. Минералогический состав полученных из месторождения образцов были изучены с помощью рентгенофазного анализа.

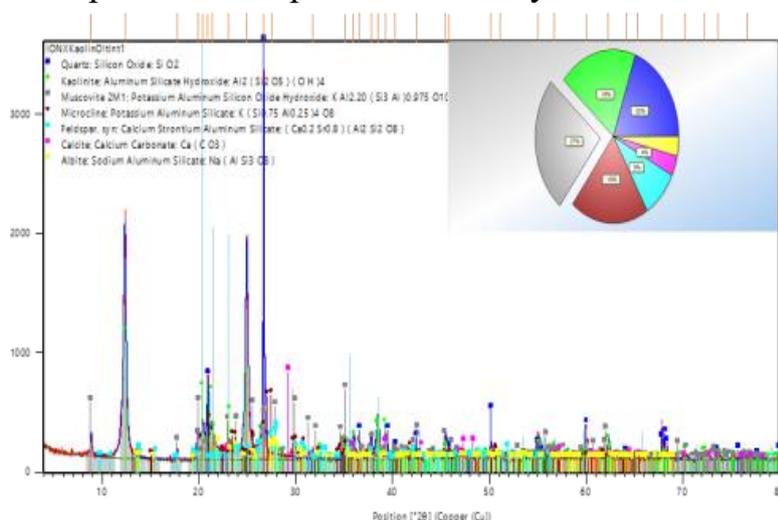


Рисунок 1.
Рентгенограмма
исходной пробы
Алтинтауского каолина

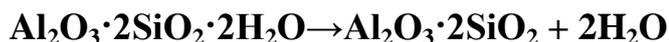
Согласно соответствию линий образца Алтинтауского каолина с основными дифракционными линиями на рисунке 1, выявлено наличие следующих дифракционных линий каолинита d=0,711; 0,433; 0,414; 0,355; 0,256; 0,248; 0,233; 0,223; 0,199; 0,167; 0,149 нм; кварца - 0,332; 0,425; 0,181; 0,166 нм; мусковит (серицит) 0,988 нм; биотита - 0,423 нм; гематита - 0,145 нм. Для изучения процессов при нагревании образца каолинита был использован дифференциально-термический анализ.



**Рисунок 2. Термограмма
исходной пробы
Алтинтауского каолина**

Как видно из рисунка 2, первый слабо проявленный эндотермический эффект показывает потерю физически связанной воды. При этом химически-связанная вода постепенно испаряется в интервал температуры 450-850°C в связи с природой каолинового минерала, его химического строения и скорости обжига. Основная часть химическо-связанной воды (12-13%) испаряется при температуре близко к 610°C и в течение не более 10-12 минут обжига. При быстром обжиге испарение водяных остатков (менее 1%) заканчивается при температуре 900-1000°C.

Процесс дегидратации каолинита проходит по следующей реакции с образованием метакаолинита:



Зафиксированные большие количества тепла на кривой эндотермического эффекта процесса дегидратации можно показать (объяснить) как кристаллохимические процессы изменений двухслойной решётки каолинита. Экзотермический эффект в интервале температур 900-1050°C (2-кривая при 1045°C, рисунок-2) можно объяснить перестроением кристаллической решётки остатка каолинита, расщеплением метакаолина на свободные оксиды, разрывом связей между кремний-кислородным тетраэдром, частичным увеличением координационного числа ионов Al^{4+} - Al^{6+} , образованием изоморфного γ -глинозёма и его интенсивной кристаллизацией.

Как видно из рентгенограммы при высоких температурах образцов каолина Алтинтауского месторождения на рисунке 3, при температуре 900°C в основном проявляются дифракционные линии кварцевых частиц, а также при этой температуре отчётливо отражаются дифракционные линии гематитных и мусковитных минералов. При температуре 1300°C сохраняют кристаллическую структуру остаточный кварц, полевой шпат и мусковит. При повышении температуры до 1300°C вместе с линиями остаточного кварца, полевого шпата и мусковита чётко проявляются и линии минералов муллита и кристобалита. А при температуре 1450°C, можно увидеть полное формирование кристаллических фаз. С повышением температуры резко увеличиваются и количество пиков. При температуре 1450°C чётко проявляются пики минералов муллита ($d=0,54$; $0,336$; $0,2270$; $0,220$; $0,211$; $0,152$ нм), α -кристобалита ($d=0,404$; $0,313$; $0,284$; $0,188$ нм), β -кристобалита ($d=0,253$ нм), α -тридимита ($d=0,407$; $0,169$ нм) и жадеита минералов. При

этом, небольшое снижение интенсивности остаточных кварцевых кристаллов и образование дифракционных линий минералов тридимита и жадеита, свидетельствует о наличии в составе сырья минерала альбита в виде полевого шпата.

Обогащение некоторых сырьевых кварц-каолиновых образцов проводилось в лабораторных условиях Института минеральных ресурсов методом удаления крупных песочных фракций в результате промывки водой.

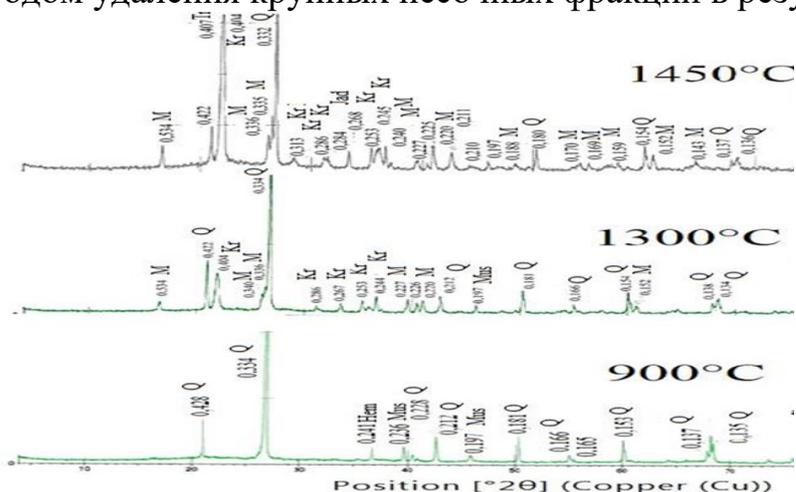


Рисунок 3.
Рентгенограммы
исходных образцов
Алтинтауского
каолина при высоких
температурах

Таблица 1
Химический состав каолиновых концентратов по фракциям

Про- бы	Размер фракции, мм	Массовое содержание компонентов, масс. %									
		п.п.п.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
№1	0,01-0,005	13,14	44,95	2,21	36,62	0,44	1,20	<0,10	0,65	0,56	<0,10
	0,005- 0,001	19,03	43,02	2,18	36,01	0,43	1,37	<0,10	1,03	0,63	<0,10
	<0,001	16,02	42,09	2,30	35,80	0,51	1,46	<0,10	1,15	0,36	<0,10
№2	0,01-0,005	13,47	45,20	2,16	36,23	0,44	1,26	<0,10	0,69	0,46	<0,10
	0,005- 0,001	14,33	44,92	2,22	35,65	0,43	1,18	<0,10	0,96	0,31	<0,10
	<0,001	14,30	43,80	2,39	35,40	0,46	1,30	<0,10	0,98	0,35	<0,10

Как видно из гранулометрического состава концентратов каолина, количество составного оксида железа больше в два раза чем в песчаных фракциях после обогащения. Из этого можно сделать вывод, что железо в составе Алтинтауского каолина имеет более тонкодисперсный вид в виде гематита. Состав по фракциям двух видов каолиновых концентратов представлен в таблице 1.

Эффект процесса обогащения оценивается количеством Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃ в составе каолина. В качестве коагулянтов обогащения каолинов были использованы Ca(OH)₂, CaCl₂, КМЦ и ПАА.

Приготавливалась пульпа добавлением 500 мл 10% HCl в 50 граммовые образцы обогащённых КМЦ, ПАА и безкоагулянтных каолинов, затем они обрабатывались на магнитной мешалке ММ-5. Степень белизны образцов каолина, обогащённых вышеуказанными коагулянтами, составила 75-80%. Методом кипячения достигнуто снижение массового количества

Fe₂O₃ в обогащённом каолине до 1,0-1,5%. При помощи опытов с гидротермальным методом, выявлено снижение количества массы Fe₂O₃ в обогащённом каолине до 0,5-1,0%.

Из минералогического состава обогащённого микробиологическим методом каолина, можно увидеть высокую интенсивность дифракционных линий минерала каолинита. Причина этого в том, что после обогащения каолин имеет до 5% свободных кварцевых примесей и представляется в виде жёлто-серого каолинитовой глины (рисунок 4).

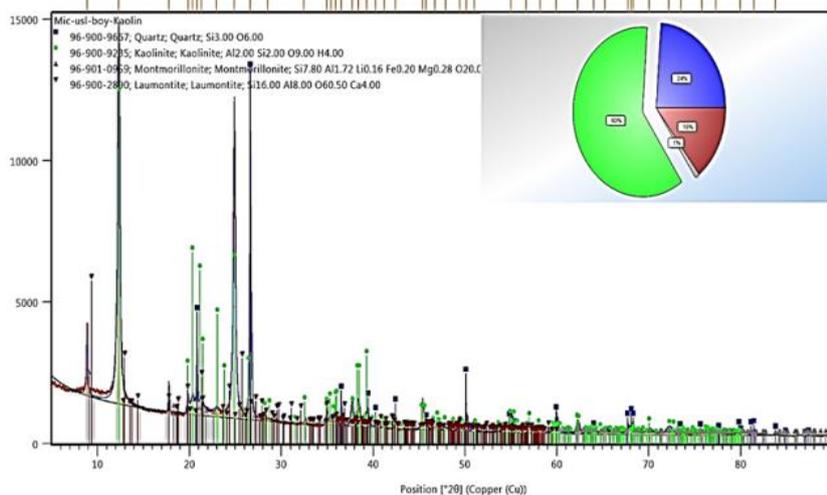


Рисунок 4.
Рентгенограмма
образца каолина
Алтинтауского
месторождения,
обогащённого
микробиологическим
методом

Из-за перехода октаэдрических частиц каолинитового минерала обогащённого каолина в аморфную тетраэдрическую форму при обжиге обогащённого в обычных условиях Алтинтауского каолина при температуре 900°C наблюдалось небольшое снижение его интенсивности. Поэтому, в составе образца можно увидеть увеличение дифракционных линий кварца до 62%, дисперсного мусковита - серицита до 24% и гематита до 8%.

Вид обогащённого и обожжённого при температуре 1150°C образца каолина Алтинтауского месторождения при увеличении в 500 раз под растровым электронным микроскопом с элементарным анализом представлен на рисунке 5.

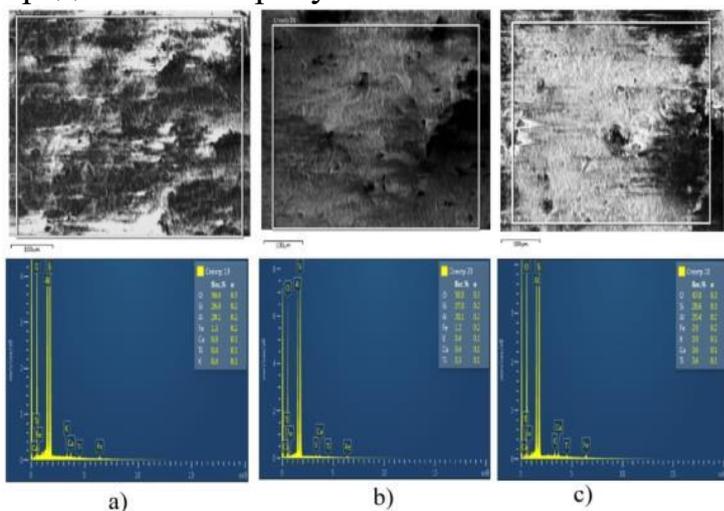


Рисунок 5. Обожжённого и
обогащённого образца
каолина Алтинтауского
месторождения под растр-
электронным микроскопом
(ув.х500) и результаты
элементного анализа:
a); b); c)-вид нижней, средней,
вид с верхней стороны

Как видно из рисунка 5, при обжиге обогащённый каолин имел крипстокристаллическое строение и наблюдались микроструктурные

изменения. При температуре 1250°C наблюдается образование кристаллов муллита.

На рентгенограммах рисунок 6 представлены фазовые изменения происходящие при различных температурах в структуре обогащенного кварцевого песка.

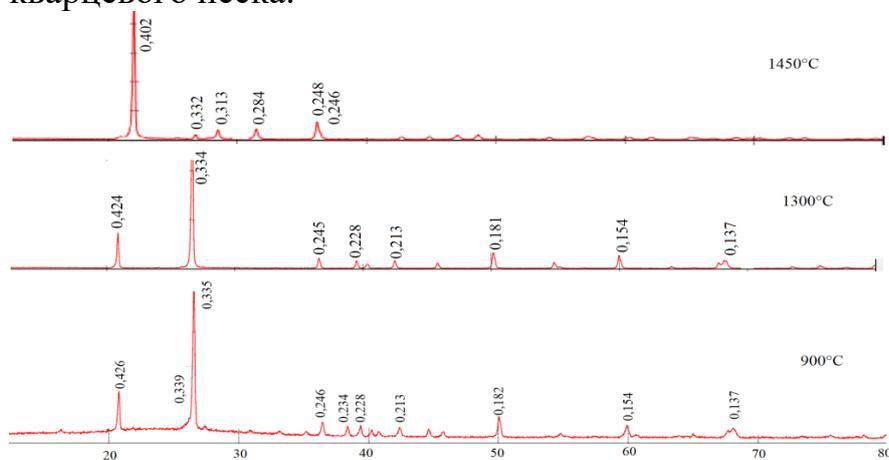


Рисунок 6.
Рентгенограммы
образцов
обогащённого и
обожжённого
Кокаязского
кварцевого песка

Для межплоскостных расстояний пиков кварца характерны показатели 0,426; 0,334; 0,246; 0,228; 0,213; 0,197; 0,181; 0,167; 0,165 нм. При температуре 1450°C в межплоскостных расстояниях пиков 0,402; 0,284; 0,248 нм у чистого кварца образуются сильные рефлексы кристобалитового минерала.



Рисунок 7. Рентгенограммы
обожжённых образцов
Питовского полевого шпата

Как видно из рентгенограмм обжига Питовского полевого шпата при высоких температурах, при температуре 900-1450°C не наблюдается ни одного пика минералов, относящихся к полевоому шпату. Причиной этого является то, что полевоый шпат относится к калийный и натрийный полевым шпатам и даже при температуре 900°C в результате перехода в аморфную форму не проявляет дифракционных линий. При температуре 900°C мы можем увидеть образование линий кристаллов муллита слабой интенсивности. С повышением температуры до 1450°C в массе наблюдается исчезновение муллитовых и кварцевых кристаллов и в результате перехода в аморфную стекловидную фазу дифракционных линий почти не видно (рисунок 7).

При подборе сырья, вычисление химического состава опытной фарфоровой массы проводилось по методу профессора Г.Н.Масленникова, с использованием полученных информации на основе химических составов

изученного сырья (табл.2). Рассчитаны химические составы опытных фарфоровых масс (табл.3).

Таблица 2

Химический состав сырьевых материалов

Компоненты	Содержание оксидов, масс. %										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	П.п.п.	Сумма
Алтинтауский каолин	51,12	0,15	33,83	0,8	0,56	0,49	0,47	1,32	0,21	12,02	100,00
Кокаязский кварцевый песок	98,06	0,02	0,1	0,02	0,1	0,26	0,27	0,13	0,24	1,26	100,00
Питовский полевой шпат	65,14	0,03	18,12	0,22	0,2	0,39	2,75	13,10	0,01	0,03	99,99

Таблица 3

Шихтовой состав опытной фарфоровой массы

Индекс массы	Шихтовые составы опытных фарфоровых масс, масс. %			
	Алтинтауский каолин	Кокаязский кварцевый песок	Питовский полевой шпат	Сумма
ФМ-1	50	22	28	100
ФМ-2	44	32	24	100
ФМ-3	30	20	50	100
ФМ-4	43	9	48	100
ФМ-5	33	23	44	100
ФМ-6	20	30	50	100
ФМ-7	40	30	30	100
ФМ-8	35	25	40	100
ФМ-9	44	22	34	100
ФМ-10	53	25	22	100

Результаты расчета химических составов опытных фарфоровых масс на основе местного сырья представлены в табл.4.

Каменистые компоненты, содержащиеся в опытной фарфоровой массе измельчали в лабораторной шаровой мельнице до остаток на сите номером 006 в количестве 0,8-1,0%.

На основе сырья измельченного до требуемого значения разработаны 10 опытных масс и определены их физико-механические и технологические свойства.

Отобраны фарфоровые массы с основными наиболее высокими физико-механическими и технологическими свойствами. На основе современных физико-химических анализов исследована зависимость структурного строения подобранного оптимального состава со свойствами готового продукта.

Таблица 4

Химический состав опытной фарфоровой массы

Ин-дексы массы	Содержание оксидов, масс. %;								ППП	Кк	$\frac{R_2O_3}{R_2O + RO}$
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O			
ФМ-1	69,24	19,42	0,72	0,21	0,41	0,32	2,74	0,58	6,36	1,809	3,573
	73,94	20,74	0,77	0,23	0,43	0,35	2,92	0,62	-	1,812	3,650
ФМ-2	68,99	19,47	0,68	0,20	0,41	0,34	2,93	0,61	6,37	1,796	3,447
	73,57	20,85	0,72	0,23	0,48	0,37	3,12	0,66	-	1,789	3,424
ФМ-3	68,39	19,78	0,56	0,18	0,47	0,40	2,68	0,55	6,99	1,766	2,583
	72,38	22,22	0,61	0,22	0,54	0,43	2,97	0,63	-	1,666	3,610
ФМ-4	67,64	20,30	0,57	0,18	0,49	0,41	2,85	0,58	6,98	1,697	3,491
	72,57	21,87	0,61	0,20	0,53	0,44	3,16	0,62	-	1,697	4,514
ФМ-5	65,41	22,11	0,50	0,16	0,56	0,38	3,28	0,85	6,75	1,634	3,398
	70,13	23,71	0,54	0,18	0,60	0,41	3,52	0,91	-	1,637	3,422
ФМ-6	69,23	19,73	0,63	0,18	0,53	0,43	3,32	0,72	5,23	1,758	2,973
	73,06	20,82	0,66	0,20	0,56	0,45	3,50	0,75	-	1,753	2,979
ФМ-7	69,70	18,80	0,79	0,24	0,34	0,25	2,64	0,57	6,67	1,888	3,861
	74,53	20,30	0,85	0,26	0,36	0,27	2,82	0,61	-	1,870	3,891
ФМ-8	68,94	19,49	0,79	0,25	0,31	0,24	2,48	0,52	6,98	1,817	4,260
	74,12	20,95	0,85	0,27	0,33	0,26	2,66	0,56	-	1,814	4,263
ФМ-9	69,16	19,48	0,78	0,25	0,30	0,23	2,40	0,50	6,90	1,832	4,402
	74,28	20,93	0,84	0,27	0,32	0,25	2,57	0,54	-	1,829	4,425
ФМ-10	66,73	21,48	0,70	0,27	0,48	0,31	2,98	0,78	6,27	1,720	4,382
	71,20	22,91	0,76	0,29	0,51	0,32	3,18	0,83	-	1,719	4,352

Были выявлены фарфоровые массы с высокими физико-механическими и технологическими свойствами. На основе современных физико-химических анализов исследована взаимосвязь структурного строения выделенного оптимального состава со свойствами готового продукта.

В четвертой главе диссертации «**Образование структур кристаллической фаз в процессе спекания образцов фарфоровых масс и исследование их физико-механических свойств**» выявлены области получения тонкокерамических изделий в системе «каолин-кварц-полевой шпат» и представлены результаты опытных испытаний производства разработанных на основе трёхкомпонентной алюмосиликатной системы составов для керамической массы в условиях СП «ART GLOSS GALLERY» с использованием добавки пластичной Ангренской чёрной глины.

Согласно значениям коэффициента кислотности ФМ-1,2,5,8,9 ($k=1,26 \div 1,65$) соответствуют значению хозяйственного фарфора, массы ФМ-4,10 соответствуют твёрдому фарфору ($k=1,1 \div 1,3$), масса ФМ-6 ($k=1,63 \div 1,75$) – мягкому фарфоровому изделию, а ФМ-5 ($k=1,4 \div 1,5$) соответствует фаянсу. Соответственно этим значениям на трёхкомпонентной диаграмме были определены области соответствующие получению тонкокерамических материалов, которые представлены на рисунке 8.

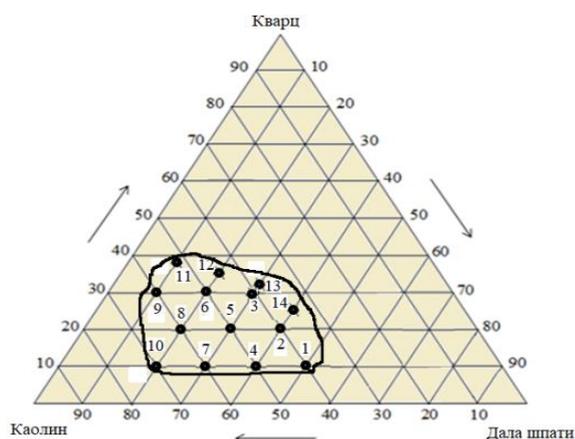


Рисунок 8. Область получения тонкокерамических материалов в системе «Алтинтауский каолин-Кокаязский кварцевый песок-Питовский полевой шпат»

Обычно, черный Ангренский вторичный каолин используется в опытной массе в качестве пластифицирующих компонентов.

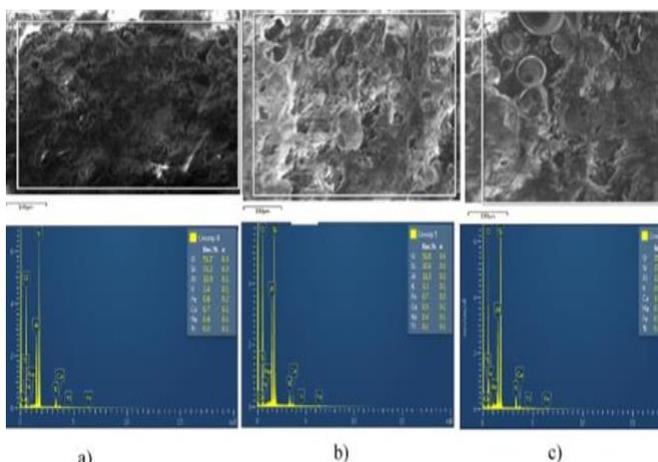


Рисунок 9. Растр электронное микроскопические снимки образца ОФМ-3, обожжённого при температуре 1150°C (ув.х500) и результаты элементного анализа: a); b); c)-вид нижней, средней, вид с верхней стороны

Из растровой электронной микрофотографии образца 3-ОЧМ, обожженного при 1150°C, видны крупные кристаллы кварца, закрытые расплавом полевого шпата поры и хорошо окристаллизованные кристаллы муллита (рисунок 9).

Таблица 5

Шихтовой состав фарфоровой массы после испытаний

Сырьевые материалы	Состав масс, %		
	Самарканд ФМ	3-ОФМ	5-ОФМ
Первичный Ангренский каолин, АКС-30	20	-	10
Вторичный обогащённый Ангренский каолин	47	-	-
Лянгарский пегматит	23	-	-
Алтинтауский обогащённый каолин	-	40	30
Кокаязский кварцевый песок	-	25	25
Питовский полевой шпат	-	20	20
Ангренская чёрная каолинистая глина	-	11	9
Фарфоровые отходы после первого обжига (1250°C)	10	4	6
Добавка ССБ свыше 100%	1,0	1,0	1,0

Согласно результатам проведённых испытаний в производственных условиях СП «ART GLOSS GALLERY» опытных образцов фарфора, полученного при низких температурах, и внедрение полученных результатов в практику по физико-механическим и технологическим свойствам изделий, полученных из разработанных оптимальных составов керамических масс (ОФМ-3, ОФМ-5) (таблица 5), отвечают требованиям ГОСТ 28390-89 (таблица 6).

Таблица 6

Физико-механические и технологические свойства образцов фарфора

Свойства фарфоровых образцов	Показатели			ГОСТ 28390-89
	Самарканд ФМ	3- ОФМ	5- ОФМ	
Температура обжига, °С	1320-1350°С	1280-1320°С	1280-1320°С	-
Водопоглощение, %	0,25	0,05	0,05	0-0,5
Общая усадка, %	14,0	13,5	14,5	-
Объёмная масса, г/см ³	2,34	2,35	2,40	2,25-2,42
Предел прочности при статистическом изгибе, МПа	75	94	93	70-90
Белизна, %: неглазурованная	55	64	66	55
Термостойкость, количество теплосмен	8-9	11	10	8

Примечание: Самарканд-ФМ (Масса Самаркандского фарфорового завода)

В результате проведённых в условиях предприятия СП «ART GLOSS GALLERY» испытаний, а именно спекание фарфоровых масс при относительно низких температурах, использование в качестве сырья проб перспективных, ранее не использованных обогащенных Алтинтауских каолинов, выявлена возможность получения высококачественных фарфоровых изделий хозяйственно-бытового назначения при более низких температурах (1280-1300°С). Снижение температуры до 30-50°С даёт возможность экономии топливно-энергетических ресурсов, а также способствует расширению сырьевой базы промышленности керамических материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе результатов научных и экспериментальных исследований химико-минералогического состава, а также керамико-технологических и физико-механических показателей обоснована пригодность сырьевых ресурсов Алтинтауского каолина, Кокаязского кварцевого песка, Питовского полевого шпата для получения тонкокерамических (фарфора) изделий.
2. На основе комплексного изучения химико-минералогических составов и керамико-технологических свойств Алтинтауских каолинов определено,

что в составе содержатся минералы каолинита, кварца, полевого шпата, монтмориллонита, серицита, имеющие фазовые превращения при высоких температурах. Исследованием фазовых превращений каолина в интервале температур 900-1450°C установлено, что его структура состоит из гетерогенной фазы, где в качестве кристаллических фаз содержатся минералы муллита и кристобалита.

3. В результате исследования химико-минералогических составов и физико-химических свойств Питовского полевого шпата установлено, что основными породообразующими минералами являются микроклин и кварц, которые по содержанию щелочных оксидов является калиевым полевошпатом. Данное уникальное сырьё в качестве компонента образующего вязкий расплав в виде стеклофазы, имеет важное значение в производстве тонкокерамических (фарфоровых) изделий, полностью отвечающих действующим стандартам.
4. С помощью современных методов физико-химического анализа исследованы процессы структурообразования в фарфоровом образце синтезированного на основе использованных сырьевых ресурсов и доказано образование кристаллических фаз муллита, кварца и кристобалита, которые придают прочность, плотность и эстетические свойства структуре фарфора, а также стекло фазе, заполняющие их промежутки.
5. Установлено, что в алюмосиликатной системе «каолин-кварц-полевой шпат» процесс полного спекания фарфоровых образцов происходит в интервале температур 1280-1300°C, которая ниже на 30-50°C по сравнению с температурой спекания действующих фарфоровых продукций.
6. Для получения образцов спекающихся при низких температурах в алюмосиликатных системах «каолин-кварц», «каолин-полевой шпат» и «каолин-кварцевой песок-полевой шпат» определены эвтектические точки температур плавления и области оптимальных составов, а также показано функциональные зависимости «состав-структура-свойство» при термической обработке опытных образцов фарфоровой массы.
7. Проектированы ряд шихтовых составов для получения фарфоровых изделий на основе новых сырьевых ресурсов. Расчетным путем найдены коэффициенты кислотности шихтовых составов фарфоровых масс, спекающихся при низкой температуре, а также рекомендованы оптимальные составы фарфоровых масс на основе физико-механических и технологических свойств фарфоровых образцов.
8. Полученные научные результаты процессов фазового перехода при высоких температурах в структуре фарфора алюмосиликатных систем используются в качестве справочного материала по физико-химическому исследованию, а также в практике в показаны возможности решения экономических проблем путем разработки состава и энергосберегающей инновационной технологии керамических материалов на основе нетрадиционных сырьевых ресурсов.

**ON-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC
DEGREE DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY

JUMANOV YUSUF QURBONOVICH

**PHYSICOCHEMICAL PROCESSES OF SINTERING KAOLIN'S OF
ALTINTAU AND SYNTHESIS OF FINE- CERAMIC MATERIALS IN THE
"KAOLIN-QUARTZ- FELDSPAR SYSTEM"**

02.00.15 - Technology of silicate and refractory non-metallic materials

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

Tashkent-2021

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2020.3.PhD/K316.

Dissertation was carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on web-page to address o the scientific council website ionx.uz and on the website of "ZiyoNet" Information and educational portal www.ziyo.net.uz.

Research supervisor:

Eminov Ashrap Mamurovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Sidikov Abdusalol Sidikovich
doctor of chemical sciences professor

Babayev Zabibulla Kamilovich
candidate of technical sciences,
asosiate professor

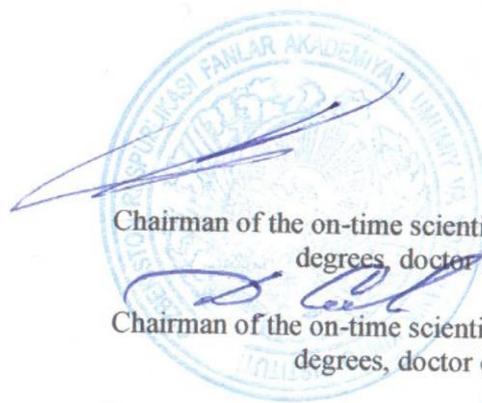
Leading organization:

Termiz State University

The defense will take place on "6" January 2022 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic chemistry. Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, e-mail: ionxanruz@mail.ru

The dissertation can be reviewed at the Information resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 22) Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60.

Abstract of dissertation was mailed on "24" December 2021 year (mailing report № 22 on "24" December 2021 year).



B.S.Zakirov

Chairman of the on-time scientific Council awarding scientific degrees, doctor of chemical sciences, professor

D.S.Salikhanova

Chairman of the on-time scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

U.K.Axmedov

Chairman of scientific seminar at the on-time scientific Council awarding scientific degrees, doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to establish the physicochemical processes of sintering kaolins of the Altintau deposit and the production of low-temperature porcelain products based on the synthesis of fine-ceramic materials in a three-component system "kaolin-quartz-feldspar".

The object of the research work is prototypes of raw materials and porcelain mass of Altintau kaolin deposits, Kokayaz quartz sand and Pitov feldspar.

The scientific novelty of dissertational research is as follows:

for the first time, the influence of crystalline phases formed as a result of physicochemical processes during processing at high temperatures of new raw materials from the Altintau kaolin deposits, Kokayaz quartz sand and Pitov feldspar was comprehensively studied, and the formation of mullite and cristobalite crystals at lower temperatures was determined by modern physicochemical methods ;

the formation of crystalline phases of mullite, quartz and cristobalite in porcelain samples synthesized in the process of heterogeneous sintering in the "kaolin-quartz-feldspar" system in the temperature range 1000-1300 ° C was proved;

the peculiarity of the formation of the phase microstructure of a porcelain specimen of a new composition, as well as the possession of high mechanical and aesthetic properties of synthesized porcelain specimens when compared with household porcelain products obtained on the basis of traditional raw materials, has been established;

revealed a more complete formation of acicular (secondary) morphology in the phase structure of porcelain. formed mullite crystals, compared to those obtained from traditional porcelain raw materials;

a positive effect of the functional dependence "composition-structure-property" during heat treatment of prototypes of porcelain mass on a decrease in the sintering temperature from the degree of dispersion in the system "kaolin-quartz-feldspar" has been established;

areas of optimal composition and eutectic points of melting temperature in two-component systems "kaolin-quartz", "kaolin-feldspar" and aluminosilicate system "kaolin-quartz-feldspar" as a result of synthesis of samples of low-temperature sintering were revealed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the study of the physicochemical processes of sintering kaolins of the Altintau deposit and the development of the composition of low-temperature sintering using local raw materials, through the synthesis of fine-ceramic (porcelain) materials in the "kaolin-quartz-feldspar" system:

the developed composition based on local unconventional raw materials was used as a reference material in the applied project P3-20170920189 on the topic: "Development of import-substituting compositions and technologies for obtaining heat-insulating refractory and ceramic materials through complex processing of nonmetallic raw materials and secondary resources" (reference from the Academy

of Sciences of the Republic of Uzbekistan No. 4/1255-843 dated March 19, 2021). As a result, this made it possible to obtain scientifically grounded in the framework of the project fundamental data on the phase changes of porcelain specimens during firing at low temperatures, prepared with the optimal component composition of a new ceramic mass based on a three-component system, the formation of a crystalline phase and structure of porcelain, solid-phase chemical reactions in sintering process;

the developed composition of the ceramic mass based on the investigated kaolin, quartz and feldspar is included in the list of promising developments carried out in 2023-2024 by the “ART GLOSS GALLERY” JV (reference from the “ART GLOSS GALLERY” JV No.15/12 2021-6 dated December 02, 2021). As a result, it is possible to obtain energy-saving products that meet current standards.

The volume and structure of the thesis. The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions, bibliography and appendices. The volume of the thesis is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Жуманов Ю.К. Физико-химическое исследование каолинов Зарафшанского региона Универсум. Технические науки. 2018, №10(55), С.49-53 (02.00.00№1).
2. Эминов А.М., Қодирова З.Р., Жуманов Ю.К. Навоий вилояти истикболли каолин конларининг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш. Ўзбекистон кимё журнали. 2019, № 6, 31-37 б. (02.00.00№6).
3. Эминов А.М., С.С.Негматов, Кадырова З.Р., Байжанов И.Р., Жуманов Ю.К. Синтез муллита в системе Al_2O_3 . Композицион материаллар журнали. 2020, маҳсус-сон, 30-34 б. (02.00.00№4).
4. Эминов А.М., Негматов С.С., Кадырова З.Р., Байжанов И.Р., Жуманов Ю.К. Исследование обогатимости каолиновых месторождений Заккудук. Композицион материаллар журнали. 2020, маҳсус-сон, 109-113 б. (02.00.00№4).
5. Эминов А.М., Кадырова З.Р., Байжанов И.Р., Курязов З.М., Джаббергенов Ж., Жуманов Ю.К. Физико-химические процессы, происходящие при обжиге тонкокерамических материалов. Композицион материаллар журнали. 2020, №4, 71-75 б. (02.00.00№4).
6. Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Қодирова З.Р., Курязов З.М., Бойжонов И.Р., Джаббергенов Ж. Олтинтоғ каолин хомашёсини бойитишнинг самарали усулларини танлаш. Композицион материаллар журнали. 2020, № 4, 148-152 б. (02.00.00№4).
7. Эминов А.М., Қодирова З.Р., Байжанов И.Р., Курязов З.М., Жуманов Ю.К. Навоий вилоятидаги алюмосиликат хомашёлар асосида керамика буюмлари олиш. Композицион материаллар журнали. 2020, №4, 218-223 б. (02.00.00№4).
8. Эминов А.М., Кадырова З.Р., Байжанов И.Р., Жуманов Ю.К. Алюмосиликатные огнеупорные материалы с применением каолинового сырья Узбекистана. Композицион материаллар журнали. 2021, № 1, 78-80 б. (02.00.00№4).
9. Эминов А.М., Негматов С.С., Кадырова З.Р., Курязов З.М., Боймуродова М.Т., Жуманов Ю.К. Исследование фазовых превращений микрокремнезема при термической обработке. Композицион материаллар журнали. 2021, №2, 4-8 б. (02.00.00№4).
10. Эминов А.М., Кадырова З.Р., Байжанов И.Р., Курязов З.М., Джаббергенов Ж., Жуманов Ю.К. Кинетика твердофазного синтеза муллита в системе «глинозем-кремнезем». Композицион материаллар журнали. 2021, №2, 27-32 б. (02.00.00№4).
11. Эминов А.М., Байжанов И.Р., Боймуродова М.Т., Рузматов И., Ваккасов С., Жуманов Ю.К. Полевой шпат и его роль в процессе образования структуры алюмосиликатной керамики. Композицион материаллар журнали. 2021, №4, 48-51 б. (02.00.00№4).

II бўлим (II часть; part II)

12. Жуманов Ю.К. Керамик материаллар олишда фосфорли хомашё ва чиқиндиларидан фойдаланиш имконияти // Сборник материалов Меж. науч. техн. конференции «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов ЦК и Каратау». Ташкент. 2018, 25-26 октября, С.106.
13. Эминов А.М., Кадырова З.Р., Асабоев Д.Х., Бадалов Ф.А., Жуманов Ю.К. Перспективы использования каолинов Алтынтауского месторождения для получения керамических материалов // Мат.конф. «Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях». Фергана. 2019, 24-25 мая, С.229-231.
14. Эминов А.М., Кадырова З.Р., Алиев Т.Б., Бегманов С.Н., Жуманов Ю.К. Изучение каолинов Алтынтауского месторождения как керамические сырьё // International conference on Integrated innovative development of Zarafshon region: achievements. Challenges and prospects. Navoi. 2019, P.388-392.
15. Эминов А.М., Рузметов И., Ваккасов С.С., Жуманов Ю.К. Улучшение качества и регулирование свойств каолинов обогащением // Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Ресурсо-и энергосберегающие безвредные композиционные и нонокомпозиционные материалы». Ташкент. 2019, 25-26 апреля, С. 295-297
16. Жуманов Ю.К., Эминов А.М. Физико-химические свойства каолиновых месторождений Кызылькумского региона. Сборник материалов Меж. науч. техн. конференции «Проблемы геологии и освоение недр». Томск. 2020, С.344-346.
17. Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Рузметов И., Ваккасов С.С., Абраев М.С., Боймуродова М.Т. Обогащение кварцевых песков Кокаязского месторождения и применение их в производстве алюмосиликатных керамических материалов //Сборник материалов Меж. науч. техн. конференции «Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства». Ташкент. 2020, С.306-308.
18. Жуманов Ю.К., Эминов А.М., Кадырова З.Р. Исследование физико-химических процессов при обжиге тонкокерамических материалов в системе «каолин-кварц-полевой шпат» // Сборник материалов. Меж. науч. прак. конференции «Международное научное обозрение проблем и перспектив современной науки и образования». США, Бостон. 2020, December 22-23, С.5-7.
19. Eminov A.M., Ruzmetov I., Eminov A.A., Boymurodova M.T., Abrayev M.S., Vasakov S., Jumanov Yu.K. Prospects for the use of kaolins in Uzbekistan for the production of composite ceramic materials // The 6 th International scientific and practical conference «Actual trends of modern scientific research». MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021, January 17-19, P.117-129.

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

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

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