

**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**

**ТАИРОВ САИДАМИР САИДМАЛИКОВИЧ**

**УЧЛАМЧИ АЛЮМОСИЛИКАТ СИСТЕМАЛАР АСОСИДАГИ  
КЕРАМИК КОШИНЛАРНИНГ ҚАТТИҚ ФАЗАЛИ ПИШИШ  
ЖАРАЁНЛАРИ ВА ХОССАЛАРИ**

**02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нometалл 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)**

**Таиров Садамир Саидмаликович**

Учламчи алюмосиликат системалар асосидаги керамик кошинларнинг қаттиқ  
фазаги пишиш жараёнлари ва хоссалари.....3

**Таиров Садамир Саидмаликович**

Процессы твердофазных спеканий и свойства керамических плит на основе  
тройных алюмосиликатных систем.....21

**Tairov Saidamir Saidmalikovich**

Solid-phase sintering processes and properties of ceramic plates based on ternary  
aluminosilicate systems.....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**

**ТАИРОВ САИДАМИР САИДМАЛИКОВИЧ**

**УЧЛАМЧИ АЛЮМОСИЛИКАТ СИСТЕМАЛАР АСОСИДАГИ  
КЕРАМИК КОШИНЛАРНИНГ ҚАТТИҚ ФАЗАЛИ ПИШИШ  
ЖАРАЁНЛАРИ ВА ХОССАЛАРИ**

**02.00.15 - Силикат ва қийин эрийдиган нometалл 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/К317 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](http://www.ionx.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Қодирова Зулайхо Раимовна**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Шарипов Хасан Турапович**  
кимё фанлари доктори, профессор

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

**Ётақчи ташкилот:**

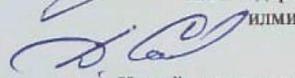
**Фаргона политехника институти**

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги илмий даража берувчи DSc.02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2021 йил « 9 » сентябрь соат «14<sup>00</sup>» 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: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин ( 8 - рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент ш., М.Улугбек кўчаси 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

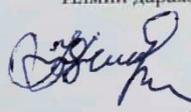
Диссертация автореферати 2021 йил «26» август куни тарқатилди.  
(2021 йил 26 августдаги № 8 - рақамли реестр баённомаси)



**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.



**Ш.С.Намазов**  
Илмий даражалар берувчи бир  
марталик илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, академик

## **КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Ҳозирги кунда жаҳонда минерал хомашёлар ва иккиламчи материаллардан керамик буюмлар ишлаб чиқаришда оқилона фойдаланиш йўли билан ёқилғи-энергетик ресурсларни тежаш масалаларига катта аҳамият берилмоқда. Чунки, керамик сополакнинг мустаҳкамлиги ва ўзига хос бўлган структурасини шаклланишини таъминловчи муҳим физик-кимёвий жараёнлар айнан уларни куйдиришда боради. Куйдириш кўп омилларга боғлиқ бўлган мураккаб жараён бўлиб, куйдирилган керамик сополакнинг функционал ва эксплуатацион хоссаларини белгилаб беради. Айниқса, пардозлаш учун мўлжалланган кошинлар ишлаб чиқаришда технологик жараёнда автоматик ёки дастурий бошқарилувчи конвейер линияларидан фойдаланилганда яроқли хомашёлар етарли бўлмаган ҳолатларда, хомашёларни танлашда уларнинг кимёвий таркибининг доимийлиги, физик-кимёвий ва технологик хоссаларининг барқарорлигини таъминлаш замонавий ишлаб чиқаришда муҳим аҳамият касб этади.

Ҳозирги вақтда жаҳонда, керамик пардозбоп кошинлар ишлаб чиқаришда энергия ва табиий ресурсларни минимал даражада сарфланиши ва технологик жараёнларни жадаллаштириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, учламчи алюмосиликат системаларида ҳароратнинг турли оралиғида хомашё компонентларини куйдиришда физик-кимёвий жараёнларни бошқариш; дастлабки хомашё компонентларининг фазавий ўтишлари натижасида волластонит, муллит, кварц, гематит анортит янги кристалл фазаларининг структураларини ҳосил бўлишига таркиб ва ҳароратнинг таъсирини асослаш; керамик сополакнинг физик-механик хоссаларини ва уларни пиширишнинг мақбул режимларини аниқлашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада паст ҳароратда куйдириладиган керамик кошинларнинг технологик хоссаларини аниқлаш орқали уларнинг пишиш жараёнлари ва олишни тадқиқ этиш бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи йўналишига асосан «илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш»<sup>1</sup>га, қаратилган асосий вазибалар аниқланган, жумладан паст ҳароратда куйдириладиган керамик пардозбоп кошинларни олиш учун янги алюмосиликат системаларнинг хомашё компонентларини пишиш жараёнини тадқиқ этиш муҳим аҳамият касб этади.

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

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини Ривожлантиришнинг Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

нинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 07 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 бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Чоп этилган адабий манбаларда паст ҳароратларда борадиган куйдиришдаги жараёнларнинг физик-кимёвий тадқиқи, минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида керамик материаллар олиш учун таркиб ва технологияларини ишлаб чиқиш, шунингдек, уларнинг физик-механик ва технологик хоссаларини яхшилашга бағишланган масалалар кенг ёритиб берилган. Д.И.Менделеев номидаги Россия кимё-технология университетининг кафедраларида проф. Лукин Е.С. ва Захаров А.И. раҳбарлигида, Украина Миллий технологиялар Университети қошидаги Харьков политехника институтида Ришенко М.И. раҳбарлигида, Томск Давлат технологик университетида (Урал, Россия), шунингдек Беларусь Давлат технологик университетида табиий ва иккиламчи ресурслар асосида керамик материаллар олиш учун таркиб ва технологияларини ишлаб чиқиш масалаларига бағишланган бир қатор тадқиқотлар олиб борилган ва олиб борилмоқда. Ушбу масалалар билан шунингдек, Масленникова Г.Н., Верещагин В.И., Левицкий И.А., Позняк А.И., Seabra M.P., Labrincha J.A., Ferrer S., Попова Л.Д., Лисачук В.Г., Щукина Л.П., Абдрахимов Е.С., Zhang Xiang, Ji Ru, Щепочкина Ю.А., Wang Gong-xun H.A., Gualtieri F., Дятлова Е.М., Tonello G., Lin Kae-Long, Баранцева С.Е., Мороз И.Х. ва бошқалар каби етук олимлар ва тадқиқотчилар шуғулланишган.

Республикада маҳаллий анъанавий ва ноанъанавий каолин, гилсимон, тошсимон минерал хомашё ресурслари асосида ҳар-хил саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, турли мақсадларда ишлатиладиган керамик материаллар олиш бўйича бир қатор тадқиқотлар, жумладан Таджиев Ф.Х., Сиражиддинов Н.А., Азимов И.А., Исматов А.А., Исмаилов А.Х., Иркаходжаева А.П., Эминов А.М., Абдуллаева Р.И., Қодирова З.Р., Сабиров

Б.Т., Файзиев Ш.А. ва бошқа олимларнинг илмий мактаблари шуғулланишган.

Шундай қилиб, маҳаллий хомашё ресурслари асосида энергия ва ресурстежамкор таркиблардан талаб даражасидаги керамик кошинлар олишда пишиш жараёнларини ўрганиш, тадқиқотлар натижаларининг илмий-амалий, иқтисодий ва экологик жиҳатларини назарда тутган ҳолда куйдиришнинг тезлатилган режимида керамик пардозбоп кошинлар олиш имкониятларини аниқлашлар бўйича ишончли ва илмий асосланган маълумотлар мавжуд эмас.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти Т.3-16 “Ишқорий ер бентонитлари иштирокида қаттиқ ҳолатдаги поликомпонент системаларнинг фазавий ўзгаришларнинг қонуниятлари” (2016-2017йй.) ва ПЗ-20170920189 «Норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни комплекс қайта ишлаш йўли билан иссиқликни ҳимояловчи-оловбардош ва керамика материалларининг импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) мавзуларидаги фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** учламчи алюмосиликат системалари асосида керамик пардозбоп кошинларнинг қаттиқ фазали пишиш жараёнлари ва хоссаларини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

алюмосиликат системаларидаги ўрганилаётган хомашё компонентларининг кимёвий-минералогик таркиблари, физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш ва «Ўзметкомбинат» АЖ металлургия ишлаб чиқаришдаги газ тозалашдаги чангнинг (ГТЧ) ва Тойтепа флюоритни бойитиш фабрикаси чиқиндиларининг (ФФБ) физик-техник хоссаларини аниқлаш;

пишишнинг физик-кимёвий жараёнларини тадқиқ этиш ва намуналарнинг физик-техник хоссаларини ўрганиш учун тажрибавий керамик массаларнинг таркибларини ишлаб чиқиш;

тажриба намуналарига термик ишлов беришда борадиган кимёвий реакцияларни ўрганиш ва уларнинг физик-техник кўрсаткичларини аниқлаш бўйича комплекс тадқиқотлар ўтказиш;

намуналарда пишириш ҳароратини ўзгаришидаги «таркиб - структура – хосса» функционал боғлиқлигини аниқлаш;

ишлаб чиқилган «каолин - глина - ГТЧ» ва «каолин – глина - ФФБ чиқиндиси» учламчи системалари асосидаги намуналарнинг юқори ҳароратлардаги фазавий ўзгаришлари ва физик-техник хоссаларини ўрганиш;

керамик массаларнинг мақбул таркибларини аниқлаш ва уларнинг пишиш жараёнидаги технологик параметрларини аниқлаш;

ишлаб чиқариш шароитида намуналарни тажриба синаш йўли билан тадқиқот натижаларини апробациядан ўтказиш ва кутилаётган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш;

тадқиқот натижаларини муҳокамадан ўтказиш ва улардан фойдаланиш юзасидан тавсиялар тайёрлаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Ангрен иккиламчи каолини ва глинаси, Лоғон бентонит гили, Ёзъёвон бархан қуми, шунингдек суюқланма ҳосил қилувчи сифатида «Ўзметкомбинат» АЖ металлургия газни тозалашдаги чиқиндиси (ГТЧ) ва Тойтепа флюоритни бойитиш фабрикасининг (ФФБ) чиқиндиси ва тажриба намуналари олинган.

**Тадқиқотнинг предметини** керамик массалардан тайёрланган намуналарнинг пишиш жараёни, физик-кимёвий, физик-техник ва технологик хоссаларини ўрганиш, лаборатория тадқиқотлари ва ишлаб чиқаришдаги синовларни бажариш йўли билан уларнинг мақбул таркиблари ва пишишдаги технологик режимларини аниқлаш ташкил этган.

**Тадқиқот усуллари.** Диссертация ишида физик-кимёвий (кимё-аналитик, рентгеноспектрал, рентгенофазавий, дифференциал-термик, микроскопик, ИҚ спектроскопик, электрон-микроскопик) таҳлил ва керамика технологиясининг аънавий усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

илк бор газни тозалаш чанг (ГТЧ) ва флюоритни флотацион бойитиш (ФФБ) чиқиндиларидан тезлатилган режимда қуйдириш билан керамик пардозбоп кошинлар учун учламчи алюмосиликат системалар таркибида суюқланма ҳосил қилувчи сифатида фойдаланиш имкониятлари асосланган;

суюқланма ҳосил қилувчи ГТЧ ва ФФБ чиқиндиларининг кимёвий-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий хоссалари, уларнинг керамик масса тажриба намуналарининг пишиш жараёнларига, физик-кимёвий ва керамика-технологик хоссаларига таъсири аниқланган;

«каолин-глина-ГТЧ чиқиндиси» ва «каолин-глина-ФФБ чиқиндиси» учламчи системаларида 950-1150°C ҳарорат оралиғида қаттиқ фазадаги пишиш жараёнида янги кристалл фазаларнинг структураларини ҳосил бўлиши аниқланган;

хомашё компонентларининг  $\alpha$ -кварц ( $\text{SiO}_2$ ), гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), анортит ( $\text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ ), муллит ( $\text{Al}_4\text{OSi}_2\text{Al}_2\text{O}_{12}$ ), альбит ( $\text{NaSi}_3\text{AlO}_8$ ), вюстит ( $\text{FeO}$ ) минераллари кристалл фазаларининг структураларини ҳосил қилиб, фазавий ўтиш қонуниятлари асосланган;

алюмосиликат бинар ва учламчи системаларда суюқланма ҳосил қилувчи ГТЧ ва ФФБ чиқиндилари иштирокидаги пишиш жараёнлари ва учламчи диаграммаларда мақбул таркиблар соҳаси аниқланган;

суюқланма ҳосил қилувчи ГТЧ ва ФФБ чиқиндиларидан фойдаланилган керамик омухтанинг мақбул таркибларини 950-1150°C ҳарорат оралиғида тезлатилган режимда пишишдаги физик-кимёвий жараёнлар аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

керамик масса таркибларини ишлаб чиқиш учун Ангрен каолини ва глинаси, суюқланма ҳосил қилувчилар ГТЧ ва ФФБ чиқиндилари билан биргаликда фойдаланиш имкониятлари ишлаб чиқилган;

маҳаллий минерал хомашё ресурслари ва суюқланма ҳосил қилувчи чиқиндилар асосида паст ҳароратда пишадиган керамик пардозбоп кошинлар олишнинг компонент, фракция таркиблари ва технологик режимлари мақбуллаштирилган;

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** олинган натижалар замонавий тадқиқот усуллари қўллаш билан асосланган ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти янги кристалл фазаларнинг структура ҳосил бўлиш жараёнларини асослаш, суюқланма ҳосил қилувчи сифатида ГТЧ ва ФФБ чиқиндиларидан фойдаланиб учламчи алюмосиликат системалар асосидаги керамик массаларнинг қаттиқ фазада пишиши ва олинган кермик кошинларнинг асосий физик-кимёвий, физик-механик ва технологик кўрсаткичларининг ўзгаришини хомашё компонентларининг тури ва миқдorigа функционал боғлиқлигини аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти илк бор тезлатилган режимда куйдириш усулида керамик пардозбоп кошинлар олиш учун энергия ва ресурстежамкор янги таркиблар ишлаб чиқилган ва мақбуллаштирилган, ҳамда технологик ва эксплуатация хоссалари яхшиланган олинган тайёр буюмларнинг паст ҳароратли технологияси ишлаб чиқилган. Ушбу технологик ўзгаришлар хомашё базасини кенгайтириш, техноген чиқиндиларни ишончли ва тўлиқ утилизация қилиш, куйдиришда ишлаб чиқариш ҳаражатларини қисқартириш, қимматбаҳо тикланмайдиган ёқилғи – табиий газни иқтисод қилиш ва амалдаги стандарт талабларига жавоб берадиган талаб даражасидаги маҳсулот ишлаб чиқариш натижасида ишлаб чиқаришнинг иқтисодий даражасини оширишга ва минтақанинг экологик ҳолатини яхшилашга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларини жорий этилганлиги.** Алюмосиликат массаларни пишиш жараёнларини тадқиқ этиш ва маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиб, керамик кошинларнинг таркибларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ГТЧ ва ФФБ чиқиндиларидан фойдаланиб керамик кошинлар учун лойиҳалаштирилган таркиблардаги қаттиқ фазали реакциялари №Т.3-16 “Ишқорий ер бентонитлари иштирокида қаттиқ ҳолатдаги поликомпонент системаларнинг фазавий ўзгаришларнинг қонуниятлари” мавзусидаги фундаментал лойиҳада юқори ҳароратдаги фазавий ўтиш жараёнларда қиёсий таҳлил қилишда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг 2020 йил 30 декабрдаги 4/1255-3019-сон маълумотномаси). Натижада, янги учламчи алюмосиликат системаси асосидаги қаттиқ фазали пишиш жараёнлари ва керамик материалларнинг хоссалари тўғрисидаги илмий асосланган фундаментал маълумотлар олиш имконини берган;

ГТЧ ва ФФБ чиқиндиларидан фойдаланиб керамик кошинлар учун ишлаб чиқилган таркиб «ART GLOSS GALLERY» ҚҚнинг “2022-2023 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати” га

киритилган («ART GLOSS GALLERY» ҚҚнинг 2021 йил 5 мартдаги 9-сон маълумотномаси). Натижада керамик кошнлар ишлаб чиқаришни амалдагига нисбатан 1,5 баробар арзонлаштириш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Ушбу тадқиқотнинг натижалари 5 халқаро ва 10 республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий иши чоп этилган. Улардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 3 таси хорижий ва 2 таси республика журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 119 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти, мақсад ва вазифалар асослаб берилган, шунингдек, тадқиқотнинг объект ва предмети аниқланган бўлиб, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш ҳамда чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Керамика материалларини олиш учун алюмосиликат хомашё ресурсларини тадқиқ этишинг ҳозирги ҳолати ва уларни ривожлантириш истиқболлари. Пиширишнинг физик-кимёвий жараёнлари ва керамик массаларда кристал фаза структураларининг ҳосил бўлиши»** деб номланган биринчи бобида дунё миқёсида, жумладан Ўзбекистонда керамик деворбоп материалларнинг таркибларини ишлаб чиқиш учун хомашё компонентларини танлаш, физик-кимёвий ва технологик хоссалари, олиш усуллари, каттик фазада пишиш жараёнлари, фазавий ўтишлар ва куйдириш режимида керамик сопалакда кристалл фаза структурасининг ҳосил бўлиши масалалари бўйича илмий-техник адабиётларда нашр этилган ишларнинг танқидий таҳлил натижалари келтирилган. Қурилиш мақсадларидаги керамика материаллари таркибини лойиҳалаш учун минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар, шунингдек, Ўзбекистон Республикасининг турли саноат чiqиндилари таҳлил қилинган. Чоп этилган ишларнинг танқидий таҳлили ва муҳокамаси асосида ушбу тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шаклланган.

Диссертациянинг **«Алюмосиликат система хомашё компонентларининг хусусиятлари, кимё-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий**

**тадқиқи. Керамика материалларини синаш усуллари ва пишиш жараёнлари»** деб номланган иккинчи бобида тажриба намуналарининг физик-кимёвий тадқиқининг замонавий усуллари, уларнинг технологик хусусиятларининг керамик масса бошланғич хомашё компонентларининг таркиби ва миқдориға функционал боғлиқлигини аниқлаш учун фойдаланилган ускуна ва асбоблар келтирилган.

Тадқиқ этиш учун тажриба намуналари керамика технологиясининг яримқуруқ қолиплаш усули бўйича лаборатория печларида 900-1200°C ҳарорат оралиғида куйдириш йўли билан олинди. Физик-кимёвий хусусиятлари ва юқори ҳароратдаги фазавий ўтишлари физик-кимёвий таҳлил усуллари билан ўрганилди. Бойитилмаган Ангрэн каолини ва глинаси, Логон бентонити, Ёзъёвон бархан куми, газни тозалашдаги чанги (ГТЧ), флюоритни флотацияли бойитишдаги чиқиндиларнинг (ФФБ) мавжудлиги, кимё-минералогик таркибларининг хусусиятлари тўғрисида олинган маълумотларнинг натижалари келтирилган. 1-Жадвалда фойдаланилган хомашё ресурслари ва суюқланма ҳосил қилувчи чиқиндиларнинг кимёвий таҳлил натижалари келтирилган.

### 1-Жадвал

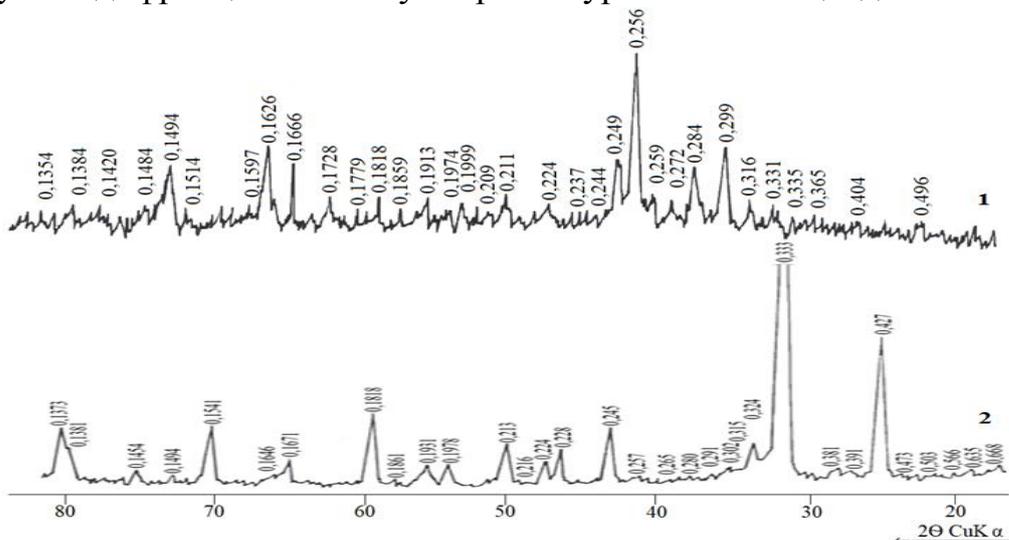
#### Фойдаланилган хомашё материалларининг кимёвий таркиблари

Хомашёлар номи	Оксидларнинг миқдори, масс.%									КЙ, масс.%
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	
Ангрэн каолини	67,40	18,28	0,37	1,12	1,70	0,20	0,70	0,45	0,10	9,17
Ангрэн глинаси	52,11	25,68	0,39	5,79	1,09	1,19	0,96	0,92	1,73	10,14
Логон бентонити	56,60	16,05	0,57	5,24	2,81	1,60	3,97	1,94	0,13	11,04
Ёзъёвон бархан куми	57,40	10,78	0,43	3,43	6,15	2,72	2,63	2,15	0,34	9,65
ФФБ чиқиндиси	86,3	4,33	0,80	4,00	0,78	1,61	0,30	0,30	0,01	0,01
ГТЧ*	6,44	1,33	0,01	47,6	21,3	1,49	-	-	0,01	11,86
*шунингдек, газни тозалаш чангида: масс.% MnO -2,68; ZnO -4,7										

Суюқланма ҳосил қилувчи ГТЧнинг рентгенфазавий ўрганиш натижалари (1-расм), дифракция максимумлари асосан газни тозалаш чанги намуналарининг рентгенограммасида асосан текисликлараро масофалари  $d=0,254; 0,298; 0,211; 0,172$  нм эга бўлган  $\gamma$ -гематит ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) минералига тегишли бўлган дифракция максимумларини,  $d=0,254; 0,152$  нм чизикларга эга  $\alpha$ -гематитни ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), қисман  $d=0,247; 0,211; 0,152$  нм чизикларга эга вюститни (FeO); шунингдек жадаллашуви паст бўлган  $d=0,247; 0,281$  нм пикларга эга фаялит минералини (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>),  $d=0,355; 0,230; 0,199; 0,137$  нм чизикларга эга кварцни ва  $d=0,162; 0,244$  нм дифракцияга эга пирит минералини (FeS<sub>2</sub>) кўрсатади.

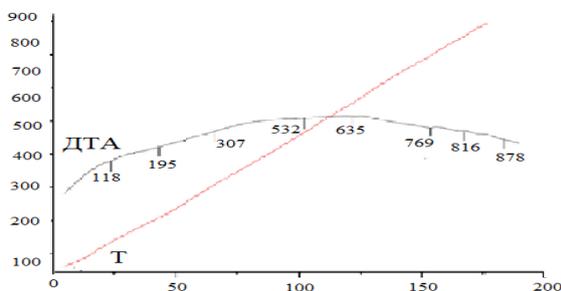
ФФБ чиқиндининг рентгенограммасида асосан  $d=0,164$  нм  $\beta$ -кристобалит ( $\beta$ -SiO<sub>2</sub>),  $d=0,381$  нм  $\alpha$ -тридимит ( $\alpha$ -SiO<sub>2</sub>),  $d=0,334; d=0,426;$

$d=0,182$  нм  $\alpha$ -кварц,  $d=0,315$ ;  $d=0,1931$ ;  $d=0,165$  нм флюорит ( $\text{CaF}_2$ ), шунингдек, авгит  $d=0,6358$ ;  $d=0,292$  нм, ортоклаз  $\text{K}_2\text{Si}_3\text{AlO}_8$   $d=0,324$ ;  $d=0,216$ ;  $d=0,668$  нм минералларига тегишли жадаллашуви паст бўлган пиклар,  $\text{KSi}_3\text{FeO}_8$   $d=0,380$  нм дала шпати минералидан ҳосил бўлган эритмага тегишли бўлган дифракция максимумларини кўрсатганлиги қайд этилган. (2-расм).



**1-расм. ГТЧ (1) ва ФФБ (2) чиқиндилари намуналарининг рентгенограммалари**

ГТЧ намунасининг дифференциал термик таҳлил натижалари (2-расм) уни пўлат қуйиш жараёнида ҳосил бўлиши сабабли, энг паст жадаллашувларга эга экзо- ва эндотермик эффектлар мавжуддир. 118 ва 195°C ҳароратлардаги эндоэффектлар қатламлардаги ва адсорбцион сувни чиқаришига, 532°C ҳароратдаги эндоэффект эса кристалл сувларини чиқишига боғлиқ. 635°C ҳароратдаги эффектни, фаялит минералида жойлашган кварцнинг полиморфик ўзгариши билан боғлаш мумкин. 769, 816, 879°C ҳароратдаги эффектлар эса темир оксидининг полиморф ўзгариши ва гематит структурасининг қайта кристалланиши билан боғлиқдир.



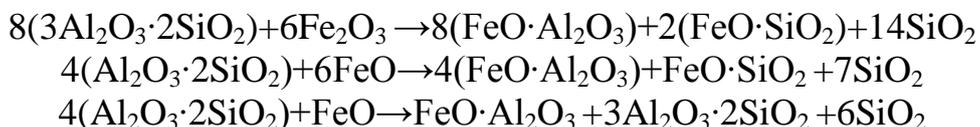
**2-расм. Газни тозалаш чанги намунасининг дифференциал термик эгри чизиқлари.**

Шундай қилиб, олиб борилган физик-кимёвий тадқиқотлар асосида турли мақсадлар учун керамик масса таркибини ишлаб чиқиш учун суюқланма ҳосил қилувчи хомашё компоненти сифатида темир таркибли газни тозалаш чангидан фойдаланиш имконияти аниқланди.

**«Иккиламчи ва учламчи алюмосиликат системаларининг қаттиқ фазали пишишни ўрганиш. Хомашё ва суюқланма ҳосил қилувчи чиқиндилардан фойдаланиб, керамик кошнлар учун масса таркибларини лойихалаштириш»** деб номланган диссертациянинг учинчи бобида суюқланма ҳосил қилувчи газни тозалаш чанги ва Тойтепа флюоритни бойитиш фабрикасининг чиқиндиларидан фойдаланилган, Ангрен бойитилмаган иккиламчи каолини, Ангрен кул ранг глинаси асосидаги алюмосиликат иккиламчи ва учламчи системаларининг қаттиқ фазали реакциялар ёрдамидаги пишиш жараёнларининг физик-кимёвий тадқиқ этиш натижалари келтирилган.

"Каолин-глина-ГТЧ" ва "Каолин-гил-ФФБ чиқиндиси" композициялари асосида иккиламчи ва учламчи системаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари ва эриш диаграммаси, шунингдек тажриба намуналарининг турли босқичларда куйдиришда юз берадиган термик фазавий ўтиш жараёнлари тадқиқ этилган.

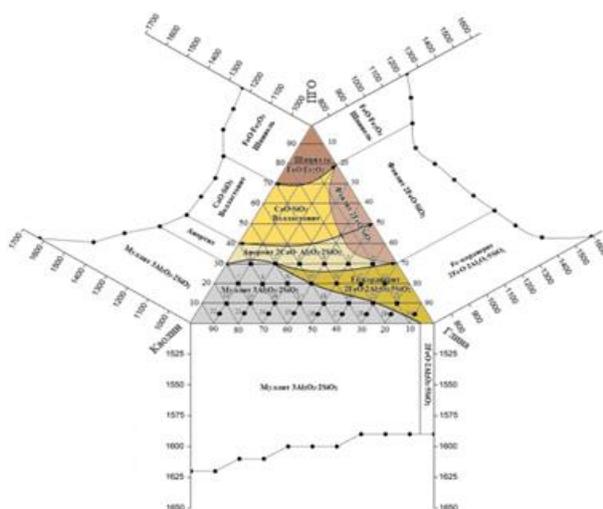
Бошланғич компонентларнинг пишиш жараёнларини тадқиқ этиш натижалари фойдаланилган Ангрен каолини ва глинасининг пўлат эритиш ишлаб чиқаришида газ тозалаш натижасида ҳосил бўлган чанг билан 900-1200°C ҳарорат оралиғида ўзаро таъсирлашганида, қаттиқ фазали кимёвий ўзаро таъсир реакциялари бўйича бориши аниқланган:



Каолин, гил ва газни тозалаш чангига асосидаги композицияга термик ишлов беришда, дастлаб метакаолинит, силлиманит ва эркин кварц ҳосил бўлиши билан сувсизланиш натижасида каолин аморф структурасини парчаланиши юзага келади, сўнгра куйдириш ҳароратининг ортиши билан метакаолинит муллит минералига ўтади. Кейин, муллит ГТЧ таркибида бўлган гематит минераллари билан ўзаро таъсир қилиб, темирли шпинел, темирли клиноэнстатит ва эркин кварцни ҳосил қилади. Бунда, силлиманит ҳам вюстит минерали билан ўзаро таъсир қилади ва дастлаб, ушбу реакциянинг оралиқ фазаси сифатида темирли кордиерит ҳосил бўлади. Бундан ташқари, каолин ёки глина ва газни тозалаш чанги орасидаги қаттиқ фазали кимёвий реакциянинг якунида темирли шпинел, муллит ва кварцнинг юқори ҳароратли шакли ҳосил бўлди. Пишган намуналарнинг рентгенфазавий таҳлил натижалари ҳам уларга мос келадиган дифракция максимумлари билан юқорида кўрсатилган минералларнинг ҳосил бўлишини тасдиқлади.

"Каолин-глина-ГТЧ" учламчи системасининг иккиламчи политемик кесимлари билан эриш диаграммаларини ўрганиш натижалари 3-расмда келтирилган. Бунда, учламчи системанинг бошланғич компонентлари

аралашмасининг бирламчи кристалланиш фазаси сифатида, "каолин-гил" иккиламчи система соҳасида асосан муллит минерали ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) аниқланди. "Глина-ГТЧ" иккиламчи система соҳасида темирли кордиерит ( $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ), фаялит ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) ва темирли шпинел ( $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  шпинел) минералларининг кристалли фазалари мавжуд бўлган соҳалари кўрсатилган. "Каолин-ГТЧ" иккиламчи система соҳасида муллит, темирли шпинел, волластонит ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) минераллари, шунингдек анортит минерали ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) мавжуд бўлган тор соҳалари кўрсатилган.



**3-расм. Иккиламчи политемик кесимли «каолин-гил-ГТЧ» учламчи системанинг эриш диаграммаси**

Керамик массанинг рецепт таркибини турли вариантларини тузиш учун ва уларни технологик тадбиқ этишда кимё-минералогик хусусиятлари бўйича илмий ёндашувлардан фойдаланилди. «Каолин-глина-ГТЧ» композицияси асосидаги намуналарнинг компонент таркиблари 2-жадвалда келтирилган.

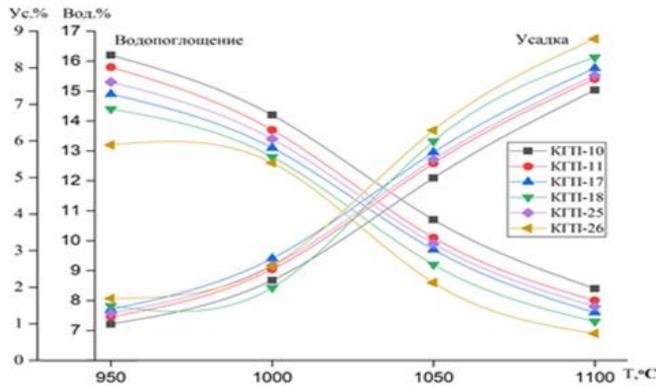
**2-жадвал**

**«Каолин-глина-ГТЧ» композицияси асосидаги керамик масса тажриба массаларининг таркиблари**

Хом ашёларнинг номи	массалар номланиши					
	КГП-10	КГП-11	КГП-17	КГП-18	КГП-25	КГП-26
Ангрен каолини	40	30	50	40	55	45
Ангрен гили	40	50	40	50	40	50
ГТЧ	20	20	10	10	5	5

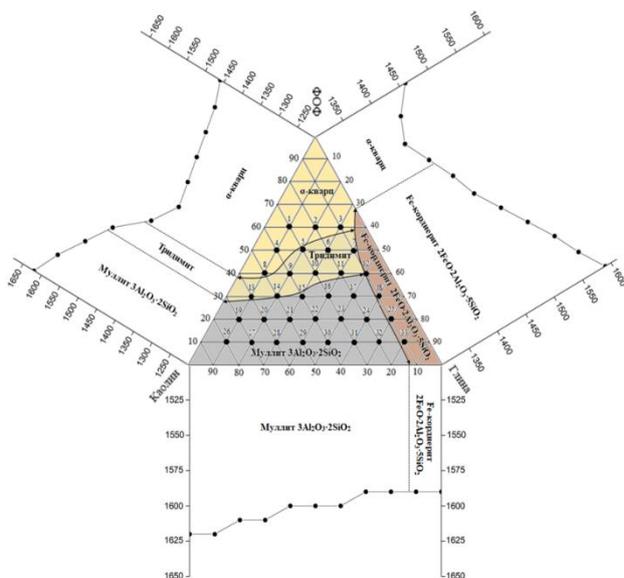
Ушбу композицияда юқори ҳароратдаги пишиш вақтида газни тозалаш чанги суюқлик ҳосил қилувчи компонент сифатида, каолин ва глинанинг бошланғич компонентларини реакцияга киришиш қобилятини оширади. Чунки, газ тозалаш чангини массага таркибига қўшганда, муллит доначаларининг сиртида эриш содир бўлади, бунинг натижасида намуналарнинг зичлиги ва мустаҳкамлиги яхшиланади (4-расм). Бундан ташқари, газни тозалаш чанги, каолин ва глина минераллари орасидаги суюқ фазаси миқдорининг кўпайиши туфайли олинган керамик массанинг тўлиқ пишишига олиб келади. Натижада каолин ва глина паст ҳароратда ҳам

кимёвий реакцияга киришади ва яхши пишган керамик масса максимал зичлик ва мустаҳкамликка эга бўлади.



**4-расм. Газни тозалаш темир таркибли чангининг керамик массанинг асосий технологик хусусиятларига таъсири**

5-Расмда юқори ҳароратда пишиш жараёнида политермик кесимлари билан иккиламчи системаларнинг изотермик чизиқларини кўрсатиш орқали, “каолин-гил-ФФБ чиқинди” учламчи системасидаги бирламчи кристалланиш фазаларининг мавжуд бўлиш соҳасини аниқлаш натижалари келтирилган. Бунда, учламчи системанинг бошланғич компонентлари аралашмасининг бирламчи кристалланиш фазаси сифатида асосан муллит минераллари ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) ва “каолин-глина” иккиламчи система соҳасида оз микдордаги темирли кордиерит ҳосил бўлган. Иккиламчи “глина-ФФБ” системасининг диаграммасида темирли кордиерит ( $2FeO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ ) ва  $\alpha$ -кварц минераллари кристалл фазаларининг мавжуд соҳаларини кўрсатади. Иккиламчи “каолин-ФФБ чиқинди” системаси муллит,  $\alpha$ -кварц минераллари мавжуд бўлган соҳаларни ва тридимит минералларига тегишли бўлган тор оралик соҳаси кўрсатилган.



**5-расм. “Каолин-глина-ГТЧ” учламчи системасининг иккилам-чи политермик кесимлари билан эриш диаграммаси**

Каолин, глина ва ФФБ чиқиндиси аралашмасидаги бирламчи кристалланиш фазасини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар

натижалари, каолин, глина ва ФФБ чиқиндилари асосидаги учламчи диаграммада эриш изотермаларини жойлашиш хусусияти, учбурчак ички таркибларининг соҳаларида янги ҳосил бўлишлар жараёнининг тарқалишини ва Ангрен каолини ва глинаси, ҳамда ФФБ чиқиндиси асосида муллит ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), темирли кордиерит ( $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ), тридимит ( $\text{SiO}_2$ ),  $\alpha$ -кварц ( $\text{SiO}_2$ ) минераллари кристалл фазаларининг ҳосил бўлишини кўрсатади.

Шундай қилиб, тажриба намуналарининг эриш ҳароратини аниқлаш натижаларига асосан, “каолин-глина-ФФБ чиқинди” учламчи диаграммасининг политермик соҳаларида ликвидус чизиқлари ўтказилди ва рентгенфазавий таҳлил усули билан керамик кошнинг технологик хусусиятларига таъсир этувчи, алюмосиликат минераллари кристалл фазаларининг ҳосил бўлиш соҳалари аниқланди. Керамик кошлар учун намуналарнинг мақбул таркибини лойиҳалаштиришда ва уларни технологик тадбиқ этишда кимё-минералогик хоссаларига илмий ёндашувлардан фойдаланилди. Учламчи “каолин-глина-ФФБ чиқинди” системаси асосидаги ўрганилган таркиблар соҳаси каолиннинг максимал миқдорига эга бўлган учбурчак тепа қисмига яқин жойлашган. Керамик масса тажриба намуналарининг мақбул таркиблари 3-жадвалда келтирилган.

### 3-Жадвал

#### “Каолин-глина-ФФБ чиқиндиси” композицияси асосидаги тажрибавий керамик массаларнинг мақбул таркиблари

Хомашё номлари	Мақбул таркиблар			
	КГФ-9	КГФ-14	КГФ-15	КГФ-21
Каолин	40	50	40	50
Глина	20	20	30	30
ФФБ чиқиндиси	40	30	30	20

Шуни таъкидлаш лозимки, кристалл фазаларни барқарорлаштириш ва каолин-глинали массанинг пишиш ҳароратини пасайтириш учун суюқланма ҳосил қилувчи компонент сифатида флюорит бойитиш фабрикасининг чиқиндиси қўшилган. “Каолин-глина-ФФБ чиқиндиси” композициясига термик ишлов беришда, ФФБ чиқиндиси суюқланма ҳосил қилувчи компонент ролини бажаради ва шиша фаза миқдорининг ортиши сабабли керамик массанинг тўлиқ пишишига олиб келади, натижада керамик сополанинг мустаҳкамлиги ва зичлиги ошишига эришилади. Ушбу ҳолатда, каолин ва глина ҳам нисбатан паст ҳароратларда қаттиқ фазали кимёвий реакцияга киришади ва яхши пишиган керамик масса максимал физик-механик хоссаларга эга бўлади. Шунингдек, ФФБ чиқиндисининг тўртта уч компонентли керамика массасидан намуналарнинг технологик хоссаларига ўтиш ҳароратининг таъсири ўрганилди. Кўрсатилган массалардан олинган намуналарни куйдириш ҳарорати  $900-1150^\circ\text{C}$  оралиғида амалга оширилади. Намуналарнинг қисқариш ва сув шимувчанлик кўрсаткичларининг ўзгариши 4-жадвалда келтирилган.

#### 4-жадвал

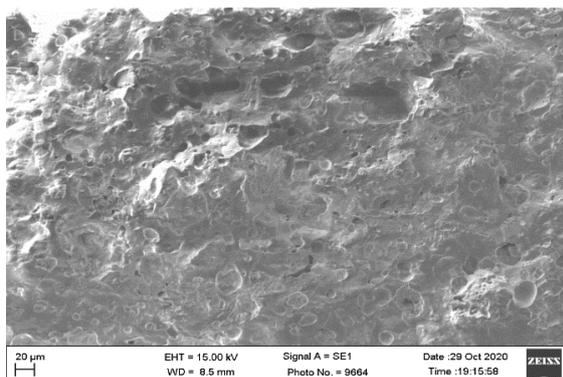
### ФФБ чиқиндиси қўшилган керамик масса намуналарининг технологик хоссаларига куйдириш ҳароратининг таъсири

Намуна индекси	Куйдириш ҳарорати °C ва хосса кўрсаткичлари, %									
	950		1000		1050		1100		1150	
	Умумий қисқа- риш, %	Сув шимув- чанлик,%	Уму- мий қисқа- риш,%	Сув шимув- чанлик,%	Уму- мий қисқа- риш,%	Сув шимув- чанлик, %	Уму- мий қисқа- риш,%	Сув шимув- чанлик, %	Уму- мий қисқа- риш,%	Сув шимув- чанлик, %
КГФ-9	0,2	24,7	1,3	22,4	4,4	16,4	5,2	13,7	6,8	9,8
КГФ-14	0,4	22,2	1,8	19,8	5,2	14,0	6,0	11,9	7,7	7,4
КГФ-15	0,3	23,1	1,6	20,2	4,8	15,2	5,6	12,6	7,2	8,9
КГФ-21	0,2	24,4	1,4	21,9	4,6	16,1	5,3	13,4	7,0	9,5

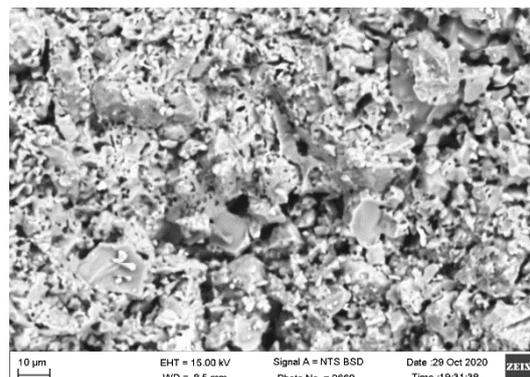
Массага ФФБ чиқиндиси ва глинани қўшиш 20 дан 40 масс.% микдоргача кўпайтирилганда каолиннинг камайиши ҳисобига намуналарнинг ҳажмий қисқариш қиймати ўсишга интилади (1,2 % гача) ва 60 масс. %да барқарорлик кузатилади, яъни намуналарнинг чизиқли ўлчамлари ўзгармайди.

Бунда, намуналар куйдириш ҳароратининг ошиши билан умумий қисқаришнинг бир хил ўсиши кузатилади, бу эса керамик сополакни пишиш даражасининг мунтазам ортиб боришини кўрсатади. Шунингдек, намуналарнинг сув шимувчанлиги чизиқли равишда ўзгармайди, яъни намуналар нисбатан паст ҳароратда куйдирилганда сув шимувчанлик юқори кўрсаткичга эга бўлади. 1050-1100°C ҳароратда намуналарнинг сув шимувчанлиги 2 дан 13,7-11,9% гача камаяди.

1100°C ҳароратда куйдирилган КГП-17 мақбул масса намунасининг электрон микроскоп расми керамик сополакнинг мустаҳкам тузилишини кўрсатади, турли шаклдаги ёпиқ ғовакларни, сополакнинг шаклланган структураси билан эриган қисмининг ҳамда кварцнинг йирик заррачалари орасидаги чегараларини аниқ кўриш мумкин. Шунинг таъкидлаш лозимки, керамик сополак структурасини ташкил қилувчи кўрсатилган элементларнинг ҳажми бўйича нотекис тақсимланган (ба-расм).



а



б

#### 4-расм. КГП-17 (а) ва КГФ-14 (б)

##### намуналарининг электрон микроскопик расмлари

КГФ-14 тажриба массасидан олинган намунанинг электрон микроскоп расми (бб-расм) ўрганилаётган намунанинг моноструктуравий тўқимасини кўрсатади ва КГФ-14 массасидан олинган керамик сополакнинг шаклланган фаза таркибининг асосий қисмини ташкил этган кварц, муллит, волластонит минералларининг зарралари кузатилади.

Диссертациянинг “Тадқиқот натижаларини муҳокама қилиш. Алюмосиликат системалари асосида олинган керамик кошин намуналарини ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказиш”, деб номланган тўртинчи бобида “ART GLOSS GALLERY” ҚК шароитида пардозбоп кошин керамик массаси учун учламчи алюмосиликат системаси асосида ишлаб чиқилган таркибларни ишлаб чиқаришдаги тажриба синовлари йўли билан бажарилган тадқиқотлар апробацияси натижалари келтирилган. Керамик масса таркиблари ва олишнинг технологик режимлари мақбуллаштирилган ва олиб борилган тадқиқот натижаларини яқин истиқболда реал ўзлаштириш имконини берувчи йўналиш танланган.

Ишлаб чиқариш синовлари учун тажриба намуналари "ART GLOSS GALLERY" ҚК саноат конвейер печида максимал 1100°C ҳароратда куйдирилди. Тажриба намуналарини куйдириш натижасида пардозбоп кошин учун керамик сополакнинг бошланғич компонентларини пишишида очик ғоваклигини ва сув шимувчанлигининг йўқотилишигача, ҳамда максимал механик мустаҳкамлик ва зичликга эришиладиган зарурий ҳарорат режимлари аниқланди. Апробация учун компонент таркиблари 5-жадвалда келтирилган 13 та намуналар танлаб олинди.

#### 5-Жадвал

##### Тажриба ишлаб чиқариш синови учун пардозбоп кошин керамик массасининг компонент таркиблари ва хоссалари

Намуна индекси	Масса таркиби, масс.%						хосса кўрсаткичлари			
	Каолин	Глина	ФФБ	ГТЧ	Бентонит	Барханкум	Умумий қисқариш, %	Сув шимувчанлик, %	Сиқилишдаги мустаҳкамлик, МПа	Моос бўйича каттиқлик даражаси
КГП-10	40	40	-	20	-	-	12,4	0,43	14	5
КГП-11	30	50	-	20	-	-	10,0	2,5	14	5
<b>КГП-17</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	-	<b>10</b>	-	-	<b>4,0</b>	<b>7,6</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
КГП-18	40	50	-	10	-	-	17,0	3,68	14	5
КГП-25	55	40	-	5	-	-	12,4	0,72	14	5
КГП-26	45	50	-	5	-	-	12,0	4,5	15	5
КГФ-9	40	20	40	-	-	-	5,0	10,9	15	5
<b>КГФ-14</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	-	-	-	<b>7,4</b>	<b>7,7</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
КГФ-15	40	30	30	-	-	-	10,0	6,5	15	5
КГФ-21	50	30	20	-	-	-	10,0	9,5	15	5
<b>М-13</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	---	--	-	<b>4,2</b>	<b>5,7</b>	<b>15</b>	<b>5</b>

<b>М-14</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>---</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>4,6</b>	<b>7,5</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
<b>М-15</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>5,0</b>	<b>7,2</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
<b>ЗПМ</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4,2</b>	<b>7,89</b>	<b>15</b>	<b>5</b>

Номинал ўлчамлардан четга чиқиш бўйича синовдан ўтган тажрибавий кошинларнинг кўрсаткичлари бироз юқори бўлиб, бу кучли чизикли деформация ҳосил қилиб, пишиш даражаси қониқар эканлигини изоҳлайди. Ишлаб чиқилган таркиблардаги керамик массани жорий этишдаги кутилаётган иқтисодий самарадорлик керамик пардозбоп кошинларни ишлаб чиқриш қуввати йилига 250 минг м<sup>2</sup> бўлганда 22 000 АҚШ долларини ташкил этади.

Шундай қилиб, ўтказилган тажриба синовлар шуни кўрсатдики, «Ўзметкомбинат» АЖ газни тозалашда ҳосил бўлган темир чанги ва флюоритни флотацияли бойитиш фабрикаси чиқиндиларидан фойдаланиб, ГОСТ 6141-91 ва O'zSt 823-97 талабларига тўлиқ жавоб берадиган юқори сифатли керамик пардозбоп кошинлар ишлаб чиқариш имконини беради.

## ХУЛОСА

Диссертация ишини амалга ошириш давомида қуйидаги асосий илмий ва амалий натижаларга эришилди:

1. Ангрен иккиламчи каолини ва глинаси, Лоғон бентонит гили, Ёзъёвон бархан қуми ва флюоритни бойитиш фабрикаси чиқиндиси (ФФБ), металл ишлаб чиқаришнинг газли тозалашдаги чангли чиқинди -(ГТЧ) асосидаги керамик масса хомашё ва пишган намуналарининг кимё-минералогик таркиблари, физик-кимёвий хусусиятлари ва керамик масса намуналарининг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш натижасида пардозбоп кошин учун керамик массанинг истиқболли хомашё компонентлари танланган.

2. Хомашёни қаттиқ фазали пишиш жараёнлари замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ва керамика технологиясининг анъанавий тадқиқот усуллари ёрдамида очиб берилган. Тадқиқ этилган хомашё ресурслари ва суюқланма ҳосил қилувчи чиқиндиларнинг керамик массанинг мақбул таркибини ишлаб чиқиш учун яроқлилиги кўрсатилган.

3. “Каолин-глина-ГТЧ” ва “Каолин-глина-ФФБ чиқиндиси” учламчи система композициялари асосидаги хомашё ва тажриба намуналарини куйдиришдаги турли босқичларида борадиган қаттиқ фазали пишиш реакцияси ва термик фазавий ўтиш жараёнлари аниқланган. Учламчи диаграммаларда пардозбоп кошинлар учун керамик массанинг мақбул таркибларини ҳосил бўлиш соҳалари аниқланган. Пишиш жараёни дастлабки хомашё минералларининг фазавий ўтиши билан борадиган, куйдирилган сополакда муллит, волластонит, юқори ҳароратли кварц, анортит, гематит, шунингдек оз миқдорда вюстит ва аморф ҳолидаги шишасимон фаза кўринишидаги янги ҳосилалар пайдо бўлишларга олиб келиши кўрсатилган, натижада тайёр материал зарурий физик-механик ва технологик хоссаларга эга бўлади.

4. Каолин, глина, ГТЧ ва ФФБ чиқиндилари асосидаги иккиламчи ва учламчи системаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари тадқиқ этилиб эриш диаграммалари қурилган ва алюмосиликат системалари асосидаги тажриба намуналарининг 900-1200°C ҳарорат оралиғида куйдирилганда термик фазавий ўтишлари тадқиқ этилган. Пишган намуналар физик-механик хоссаларини уларнинг таркиби, термик ишлов беришдаги ҳарорат режимига функционал боғлиқлиги кўрсатилган.

5. Учламчи алюмосиликат системалари асосида маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиш йўли билан керамик массанинг бир қатор композиция таркиблари лойиҳалаштирилган ва ишлаб чиқилган ва мос равишда 900°C дан 1150°C гача ҳарорат оралиғида, ҳар 50°Cда куйдирилган намуналарнинг физик-механик хусусиятлари тадқиқ этилган ва ижобий натижалар олинган.

6. Ишлаб чиқилган алюмосиликат системалари асосида КГП-17, КГФ-14, М-13, М-14 ва М-15 деб номланган, пардозбоп кошин учун ишлаб чиқилган керамик масса таркиблари олинган керамик кошин намуналари «ART GLOSS GALLERY» ҚК шароитида тезлатилган режимда куйдириш орқали тажриба ишлаб чиқаришда синаш йўли билан апробациядан ўтказилган. Куйдиришнинг тезлатилган режимда керамик кошин олиш учун керамик массанинг омукта таркиблари ва технологик режимлари мақбуллаштирилган. Маҳаллий хомашё компонентлари асосида, амалдаги стандарт талабларга жавоб берувчи, пардозбоп керамик кошинлар таркибини ва уларни паст ҳароратда куйдириш технологиясини ишлаб чиқишнинг реал имконияти аниқланган.

7. Керамик пардозбоп кошинлар учун ишлаб чиқилган таркиб, физик-техник ва технологик кўрсаткичлари бўйича ГОСТ 6141-91 ва O'zSt 823-97 талабларига жавоб бериши аниқланган. Алюмосиликат учламчи системалари асосида керамик пардозбоп кошинлар олишнинг технологик режимлари ва олинган тадқиқот натижалар бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган рецептурадаги керамик массани жорий этишдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик керамик пардозбоп кошиннинг ишлаб чиқариш ҳажми йилига 250 минг м<sup>2</sup> бўлганда 22 000 АҚШ долларини ташкил этган.

8. Олинган илмий натижалар учламчи алюмосиликат системаларида фазавий ўтишларни физик-кимёвий тадқиқ этиш бўйича қўлланма материал сифатида ва амалиётда эса маҳаллий минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида керамик пардозбоп кошинлар таркибларини яратишда, уларни ишлаб чиқаришда энергия ва ресурстежамкор технологиядан фойдаланиш орқали иқтисодий ва экологик муаммолар ечимига эришилганлиги 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**

**ТАИРОВ САИДАМИР САИДМАЛИКОВИЧ**

**ПРОЦЕССЫ ТВЕРДОФАЗНЫХ СПЕКАНИЙ И СВОЙСТВА  
КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ ТРОЙНЫХ  
АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ СИСТЕМ**

**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/K317

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](http://www.ziynet.uz).)

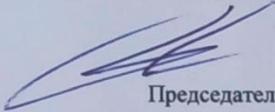
<b>Научный руководитель:</b>	<b>Кадырова Зулайхо Раимовна</b> доктор химических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Шарипов Хасан Турапович</b> доктор химических наук, профессор <b>Юнусов Мирджалил Юсупович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Ферганский политехнический институт</b>

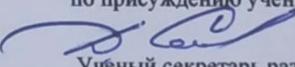
Защита состоится « 9 » сентября 2021 г. в « 14<sup>00</sup> » часов на заседании разового Научного совета DSc 02/30.12.2019..К/Т.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел.: (99871) 262-56-60; email: [jonxanruz@mail.ru](mailto:jonxanruz@mail.ru)

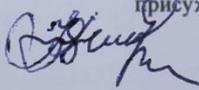
Диссертация зарегистрирована в библиотеке Института общей и неорганической химии за № 8, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека 77а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан « 26 » августа 2021 года.  
(реестр протокола рассылки № 8 от «26 »августа 2021 г.)



  
**Б.С.Закиров**  
Председатель разового научного совета  
по присуждению учёных степеней, д.х.н., проф.

  
**Д.С.Салиханова**  
Учёный секретарь разового научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., проф.

  
**Ш.С.Намазов**  
Председатель научного семинара при  
разовом научном совете по присуждению  
учёных степеней, академик

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

**Актуальность и необходимость диссертационной темы.** В мире большое значение придается вопросам экономии топливно-энергетических ресурсов, путем рационального использования минерально-сырьевых и вторичных материалов в производстве керамических изделий. Основные свойства керамических изделий зависят от процесса спекания алюмосиликатных сырьевых компонентов. Так как, важнейшие физико-химические процессы, обеспечивающие формирование прочной и свойственной структуры керамического черепка, происходят именно при их спекании. Спекание является многофакторным и сложным процессом, которое основательно определяет функциональные и эксплуатационные свойства обожженного керамического черепка. Особенно, имеет важное значение при выборе сырья в современном производстве облицовочных плиток, при отсутствии пригодных сырьевых компонентов в технологическом процессе, которых используются конвейерные линии автоматического или программного управления, обеспечение постоянства их химического состава, стабильности физико-химических и технологических свойств.

В настоящее время в мире проводятся научные исследования по интенсификации производства керамических облицовочных плит, с минимальным расходом энергии и природного ресурса. В этом плане уделяется особое внимание управлению физико-химическими процессами при спекании сырьевых компонентов в тройных алюмосиликатных системах при различных интервалах температур, обоснованию влияния состава и температуры на структурообразование новых кристаллических фаз минералов волластонита, муллита, кварца, гематита, анортита, в результате фазовых превращений исходных компонентов, установлению физико-механических свойств керамического черепка и оптимального режима их спекания.

В республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по исследованию процесса спекания и получения керамических плит с пониженной температурой обжига, с определением их технологических свойств, достигнуты определенные научные и практические результаты. Согласно четвертому направлению Стратегий действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, определены главные задачи, направленные «созданию эффективных механизмов внедрения в практику поощрения научно-исследовательской и инновационной деятельности»<sup>1</sup>. В этом плане, приобретает особое значение исследование процесса спекания сырьевых компонентов новых алюмосиликатных систем для получения керамических плит низкотемпературного обжига.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента

---

<sup>1</sup> О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан. Указ Президента Республики Узбекистан. УП №4947 от 07.02.2017, Ташкент

Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениями Президента Республики Узбекистан ПП -3698 от 7 мая 2018 года «О дополнительных мерах по совершенствованию механизмов внедрения инноваций в отрасли и сферы экономики», ПП №2698 от 26.12.2016 «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017-2019 годы» и ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых по данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В опубликованных литературных источниках широко освещены вопросы, посвященные физико-химического исследования процессов низкотемпературного спекания, разработке составов и технологий получения керамических материалов на основе минерально-сырьевых и вторичных ресурсов, также улучшению их физико-механических и технологических свойств. На кафедрах Российского химико-технологического университета им.Д.И.Менделеева, под руководством проф. Лукина Е.С. и Захарова А.И., в Харьковском политехническом институте при университете Украинских Национальных технологий под руководством Рыщенко М.И., в Томском политехническом университете (Урал, Россия), а также Белорусском Государственном технологическом университете, проведены и проводятся ряд научных исследований по вопросам процессов спекания, разработке составов и технологий получения керамических материалов на основе природных и вторичных ресурсов различного назначения. Этими вопросами также занимались другие ведущие ученые, такими как Масленникова Г.Н., Верещагин В.И., Левицкий И.А., Позняк А.И., Seabra M.P., Labrincha J.A., Ferrer S., Попова Л.Д., Лисачук В.Г., Щукина Л.П., Абдрахимов Е.С., Zhang Xiang, Ji Ru, Щепочкина Ю.А., Wang Gong-xun H.A., Gualtieri F., Дятлова Е.М., Tonello G., Lin Kae-Long, Баранцева С.Е., Мороз И.Х. и др. исследователи.

В Республике научно-исследовательских лабораториях Института общей и неорганической химии и Института Материаловедения АН РУз, в ГУП «Фан ва тараққиёт» при Ташкентском Государственном Университете, а также в Ташкентском химико-технологическом институте проведены ряд исследований по получению керамических материалов различного назначения на основе отечественных традиционных и нетрадиционных каолиновых, глинистых, каменистых минерально-сырьевых ресурсов с использованием отходов различной промышленности. Этими

исследованиями занимались научные школы ученых Таджиева Ф.Х., Сиражиддинова Н.А., Азимова И.А., Исматова А.А., Исмаилова А.Х., Иркаходжаевой А.П., Эминова А.М., Абдуллаевой Р.И., Кадыровой З.Р., Сабирова Б.Т., Файзиева Ш.А. и др.

Таким образом, отсутствует достоверная и научно обоснованная информация по изучению процессов спекания востребованных видов керамических плит из новых энерго- и ресурсосберегающих составов на основе отечественных сырьевых ресурсов, установлению возможности получения керамических облицовочных плит при скоростных режимах обжига, с учетом научно-практических, экономических и экологических аспектов результатов исследований.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, выполняемыми в организации, где выполняется диссертация.** Диссертационная работа выполнено в рамках фундаментального №Т.3-16 «Закономерности фазовых превращений в поликомпонентных системах с участием щелочноземельных бентонитов в твердом состоянии» (2016-2017гг.) и научно-технического проекта ПЗ-20170920189 «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения теплоизоляционно-огнеупорных и керамических материалов путем комплексной переработки нерудных сырьевых и вторичных ресурсов» (2018-2020гг.).

**Целью исследования** является определены процессов твердофазных спеканий и свойств керамических облицовочных плит на основе тройных алюмосиликатных систем.

**Задачи исследования:**

определение химико-минералогических составов, физико-химических свойств исследуемых сырьевых компонентов алюмосиликатных систем и физико-технических свойств пыли газоочистки металлургического производства АО «Узметкомбинат» (ПГО) и отхода Тойтепинской флюоритобогатительной фабрики (ФОФ);

разработка составов опытных керамических масс для исследования физико-химических процессов спекания и изменения физико-технических свойств образцов;

проведение комплексных исследований по изучению химических реакций при термической обработке и установления физико-технических показателей опытных образцов;

установление функциональной зависимости «состав-структура-свойства» при изменении температуры спекания в образцах;

исследование высокотемпературных фазовых превращений и физико-технических свойств образцов на основе разработанных тройных систем «каолин - глина - отход ПГО» и «каолин - глина - отход ФОФ»;

установление оптимальных составов керамических масс и технологических параметров процессов их спекания;

апробация результатов исследований путем проведения опытных испытаний образцов в производственных условиях и осуществление расчета ожидаемой экономической эффективности;

обсуждение результатов исследований и подготовка рекомендации для дальнейшего их использования.

**Объектами исследования** являются Ангренские вторичные каолины и глины, Логонская бентонитовая глина, Язъяванский барханный песок, а также в качестве плавнеобразующих отходов пылегазоочистки (ПГО) АО «Узметкомбинат» и отход Тойтепинской флюоритобогатительной фабрики (ФОФ) и опытные образцы.

**Предметы исследования** является изучение процессов спекания, физико-химических, физико-механических и технологических свойств опытных образцов керамических масс, установление оптимальных составов и технологических режимов их спекания путем выполнения лабораторных исследований и производственных испытаний.

**Методы исследований.** В диссертации использованы методы физико-химического анализа и традиционные методы керамической технологии.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые обоснована возможность использования плавнеобразующих отходов ПГО и ФОФ в состав алюмосиликатных тройных систем для керамических облицовочных плит при скоростных режимах их обжига;

исследованы химико-минералогические составы и физико-химические характеристики плавнеобразующих отходов ПГО и ФОФ и установлено их влияние на процессы спекания, физико-химические и керамико-технологические свойства опытных образцов керамических масс;

установлено структурообразование новых кристаллических фаз в процессе твердофазного спекания тройных систем «каолин-глина-отход ПГО» и «каолин-глина-отход ФОФ в интервале температур 950-1150°C;

обоснованы закономерности фазовых превращений сырьевых компонентов с образованием структуры кристаллических фаз минералов  $\alpha$ -кварца ( $\text{SiO}_2$ ), гематита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), анортита ( $\text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ ), муллита ( $\text{Al}_4\text{OSi}_2\text{Al}_2\text{O}_{12}$ ), альбита ( $\text{NaSi}_3\text{AlO}_8$ ), вюститита ( $\text{FeO}$ );

определены процессы спекания в алюмосиликатных бинарных и тройной системах с участием плавнеобразующих отходов ПГО и ФОФ и область оптимальных составов на тройных диаграммах;

установлены физико-химические процессы, происходящие при скоростном режиме спекания оптимальных керамических шихтовых составов с использованием плавнеобразующих отходов ПГО и ФОФ в интервале температур 950-1150°C.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

обоснована возможность использования Ангренских каолинов и глин в сочетании плавнеобразующими отходами ПГО и ФОФ для разработки состава керамических масс;

оптимизированы компонентные, фракционные составы и разработаны технологические режимы получения керамических облицовочных плит

низкотемпературного обжига на основе отечественных минерально-сырьевых ресурсов и плавнеобразующих отходов;

**Достоверность результатов исследований** полученные результаты обоснованы применением современных методов исследований и опытно-промышленных испытаний.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследований заключается в обосновании процессов структурообразования новых кристаллических фаз, вследствие твердофазного спекания керамических масс на основе тройных алюмосиликатных систем, с использованием плавнеобразующих отходов ПГО и ФОФ и установлении функциональной зависимости изменения основных физико-химических, физико-механических и технологических показателей керамических плит объясняется определением функциональной зависимости от разновидности и количества сырьевых компонентов.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что впервые разработаны и оптимизированы новые энерго- и ресурсосберегающие составы и технологии низкотемпературного получения облицовочных плит при скоростных режимов обжига, с улучшенными технологическими и эксплуатационными свойствами полученных готовых изделий. Данное технологическое изменение способствуют расширению сырьевой базы, надежной и рациональной утилизации техногенных отходов, сокращения производственных затрат при спекании, экономии ценного и не возобновляемого топлива - природного газа и производить востребованную продукцию, отвечающих действующим требованиям стандарта, что значительно повышает экономической уровень их производства и улучшает экологической обстановку региона.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных научных результатов по исследованию процессов твердофазного спекания, свойств алюмосиликатных масс и разработки составов керамических плит с использованием отечественных сырьевых и вторичных ресурсов:

твердофазные реакции проектированных составов для керамических плит с использованием отходов ПГО и ФОФ, использованы для сравнительного анализа в фундаментальном проекте №Т.3-16 «Закономерности фазовых превращений в поликомпонентных системах с участием щелочноземельных бентонитов в твердом состоянии» (Справка Академии наук Республики Узбекистан № 4/1255-3019 от 30 декабря 2020 г.). Результаты позволили получить научно обоснованные фундаментальные информации о процессах твердофазного спекания и свойствах керамических материалов на основе новых тройных алюмосиликатных систем.

разработанный состав керамических плит с использованием отходов ПГО и ФОФ «включен в перечень перспективных разработок, внедряемых в СП «ART GLOSS GALLERY» в 2022-2023 гг.» (Справка СП «ART GLOSS GALLERY» №59 от 25 марта 2020 года). Результат внедрения

разработанного состава даёт возможность производить облицовочных керамических плит в 1,5 раза дешевле по сравнению с действующими.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 20 научных работ. Из них 5 научные статьи, в том числе 3 в зарубежных и 2 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

**Структура и объём диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, список использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 119 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

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

**В первой главе диссертации «Современное состояние исследования алюмосиликатных сырьевых ресурсов для получения керамических материалов и перспективы их развития. Физико-химические процессы спекания и структурообразования кристаллических фаз в керамических массах»** приведены результаты критического анализа работ, опубликованных в научно-технической литературе, по вопросам выбора сырьевых компонентов для разработки составов, физико-химических и технологических свойствах, способов получения, процессах твердофазного спекания, фазовых превращений и структурообразования кристаллических фаз керамического черепка в режиме обжига и технологии производства керамических стеновых материалов на мировом уровне, в т.ч. в Узбекистане. Анализированы минерально-сырьевые и вторичные ресурсы, а также отходов различных промышленности Республики Узбекистане для проектирования состава керамических материалов строительного назначения. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ сформулирована цель и задачи данного исследования.

**Во второй главе диссертации «Характеристика, химико-минералогические составы и физико-химические исследования сырьевых компонентов алюмосиликатных систем. Методы испытаний и процессы спекания керамических масс»** приведены современные методы физико-химических исследований опытных образцов, использованные оборудования

и приборов для установления их функциональных зависимостей технологических характеристик от состава и количества исходных сырьевых компонентов керамических масс. Для исследования опытные образцы, получали согласно керамической технологии методом полусухого формования, путем обжига в интервале температур 900-1200°C. Физико-химические характеристики и фазовые превращения при высоких температурах исследованы методами физико-химического анализа. Приведены результаты полученных информации о наличии, характеристиках химико-минералогических составов небогатенных Ангрениских каолинов и глин, Логонского бентонита, Язъяванского барханного песка, металлургического отхода - пыль газоочистки (ПГО), флотоотходов флюоритообогатительной фабрики (ФОФ). В таблице 1 приведены результаты химического анализа использованных сырьевых ресурсов и плавнеобразующих отходов.

**Таблица 1**

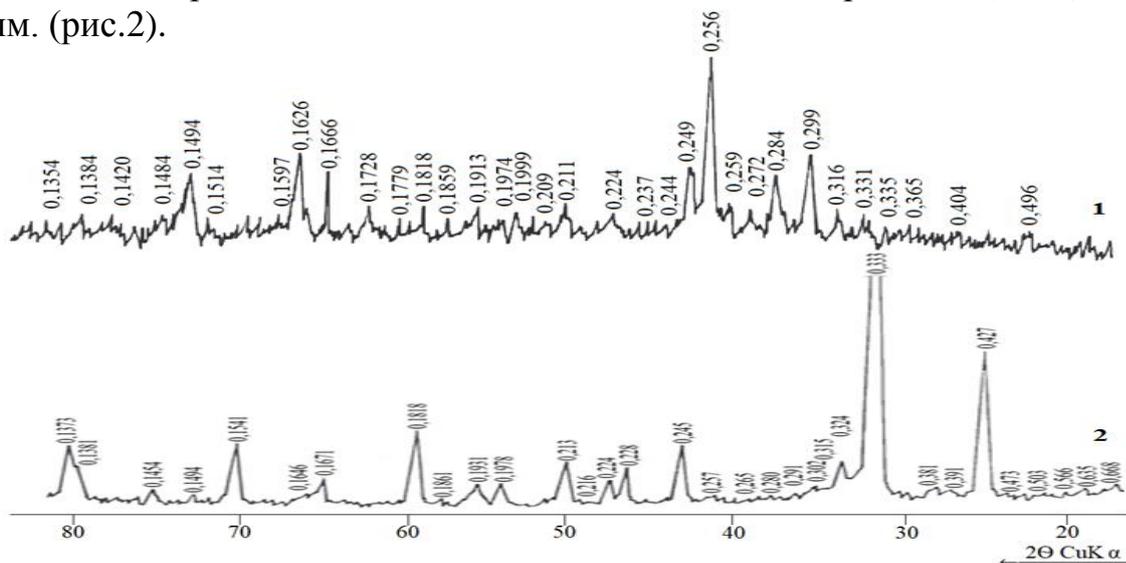
**Химические составы используемых сырьевых материалов**

Наименование сырья	Содержание оксидов (масс.%)									ППП, масс%
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	
Ангрениский каолин	67,40	18,28	0,37	1,12	1,70	0,20	0,70	0,45	0,10	9,17
Ангрениская глина	52,11	25,68	0,39	5,79	1,09	1,19	0,96	0,92	1,73	10,14
Логонский бентонит	56,60	16,05	0,57	5,24	2,81	1,60	3,97	1,94	0,13	11,04
Язъяванский бархан.песок	57,40	10,78	0,43	3,43	6,15	2,72	2,63	2,15	0,34	9,65
Отход ФОФ	86,3	4,33	0,80	4,00	0,78	1,61	0,30	0,30	0,01	0,01
Отход ПГО*	6,44	1,33	0,01	47,6	21,3	1,49	-	-	0,01	11,86
*в пыль газоочистки также содержится, масс.% MnO -2,68; ZnO -4,7										

Результаты рентгенофазового исследования (рис.1) плавнеобразующего отхода ПГО показали, что и на рентгенограмме проб образца пыль газоочистки в основном появляется дифракционные максимумы, относящиеся к минералам  $\gamma$ -гематита ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) с межплоскостными расстояниями d=0,254; 0,298; 0,211; 0,172 нм,  $\alpha$ -гематита с линиями ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) d=0,254; 0,152 нм, частично вюститита (FeO) с линиями d=0,247; 0,211; 0,152 нм, а также пики с меньшей интенсивностью, относящиеся минералами фаялита (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) d=0,247; 0,281 нм, кварца с линиями d=0,335; 0,230; 0,199; 0,137 нм и минерала пирита с дифракциями (FeS<sub>2</sub>) d=0,162; 0,244 нм.

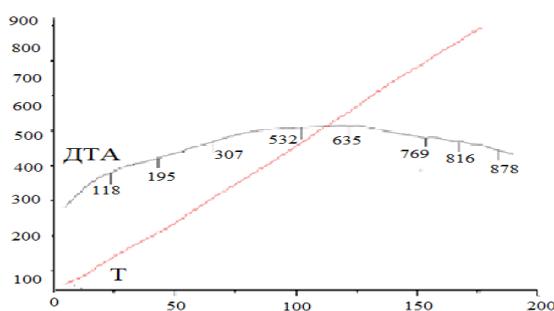
На рентгенограмме отхода ФОФ основном зафиксированы дифракционные максимумы, относящиеся к минералам  $\beta$ -кристобалита ( $\beta$ -SiO<sub>2</sub>) d=0,164 нм;  $\alpha$ -тридимита ( $\alpha$ -SiO<sub>2</sub>) d=0,381 нм,  $\alpha$ -кварца d=0,334; d=0,426; d=0,182 нм, CaF<sub>2</sub> флюорита d=0,315; d=0,1931; d=0,165 нм, а также пики с меньшей

интенсивностью относятся к минералам авгита  $d=0,6358$ ,  $d=0,292$  нм; ортоклаза  $K_2Si_3AlO_8$   $d=0,324$   $d=0,216$   $d=0,668$  нм; и линии соответствующую расплава, образованного из полевошпатового минерала  $KSi_3FeO_8$   $d=0,380$  нм. (рис.2).



**Рисунок 1. Рентгенограммы образцов отходов ПГО (1) и ФОФ (2)**

Результаты дифференциально-термического анализа пыль газоочистки показывает (рисунок 2.) наличие экзо и эндотермических эффектов с наименьшей интенсивностью, вследствие получение его в сталеплавильном процессе. Эндоэффекты при температурах 118 и 195°C связаны с удалением межслоевой и адсорбционной воды, а эндоэффекты при температурах 532°C связаны с удалением кристаллизационной воды. Эффект при температуре 635°C по видимому связано с полиморфными превращениями кварца, находящийся в минерале фаялита. Остальные эффекты при температурах 769, 816, 879 связаны с полиморфными превращениями оксида железа и перекристаллизации структуры гематита.



**Рисунок 2.  
Дифференциально-термические кривые проб образца ПЫЛЬ газоочистки**

Таким образом, на основании проведенных физико-химических исследований установлено возможности использования железосодержащего ПЫЛЬ газоочистки в качестве плавнеобразующего сырьевого компонента для разработки составов керамических масс различного назначения.

**В третьей главе диссертации «Исследование твердофазных спеканий алюмосиликатных двойных и тройных систем. Проектирование составов масс для керамических плит с использованием сырьевых ресурсов и плавнеобразующих отходов» приводятся результаты физико-**

химического исследования процессов твердофазных реакций спекания алюмосиликатных двойных и тройных систем на основе Ангренского небогащенного вторичного каолина, Ангренской пестроцветной глины, с использованием плавнеобразующих отходов металлургических производств – железосодержащей пыли газоочистки и отхода флюоритообогатительной фабрики Тойтепы. Исследованы физико-химические характеристики и диаграмма плавкости двойных и тройных систем на основе композициях «каолин-глина-ПГО» и «каолин-глина-отходы ФОФ», а также процессы термического фазового превращения, происходящие при различных стадиях обжига опытных образцов.

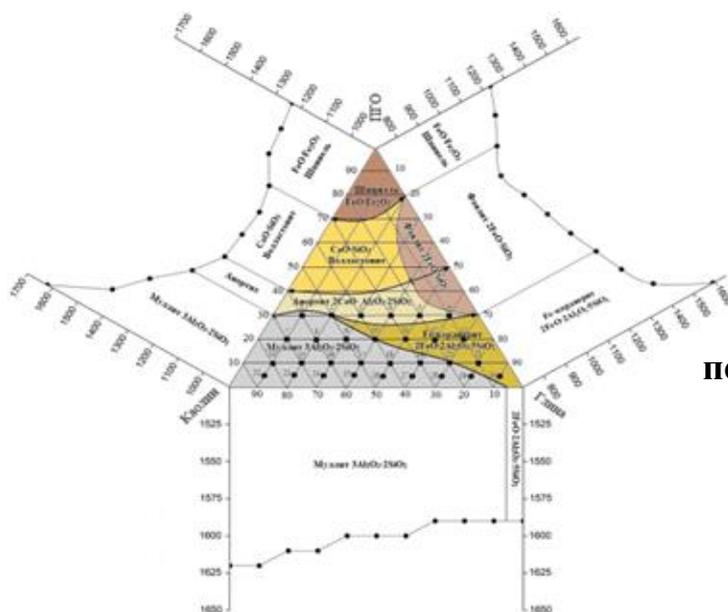
Результаты исследования процессов спекания исходных компонентов установлено, что при взаимодействии используемых Ангренского каолина и глины в сочетании пыли газоочистки сталеплавильного производства при интервале температур 900-1200 °С происходит твердофазное химическое взаимодействие согласно по реакциям:



При термической обработке композиции на основе каолина, глины и пыли газоочистки сначала происходит разложение аморфной структуры каолина, в результате его дегидратация с образованием метакаолинита, силлиманита и свободного кварца, затем метакаолинит с повышением температуры обжига переходят в минерал муллит. Далее, муллит взаимодействует с минералом гематита, содержащийся в составе пыли газоочистки образует железистый шпинель, железистый клиноэнстатит и свободный кварц. При этом силлиманит также взаимодействует с минералами вюстита и первоначально в качестве промежуточной фазой данной реакции, образуется железистый кордиерит. Далее, в конечном итоге твердофазной химической реакции между каолинами или глинами и пылью газоочистки образуются железистый шпинель, муллит и высокотемпературная форма остаточного кварца. Результаты рентгенофазового анализа спеченных образцов также подтвердили, образование вышеуказанных минералов, со соответствующими им дифракционными максимумами.

Результаты исследования диаграмм плавкости тройной системы «каолин–глина–пыль газоочистки» с двойными политермическими разрезами приведена на рисунке 3. При этом в качестве фазы первичной кристаллизации смеси исходных компонентов тройной системы установлены в основном минералы муллита ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) в области двойной системы «каолин-глина». В области двойной системы «глина-ПГО» указаны области существования кристаллических фаз минералов железистого кордиерита ( $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ), фаялита ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) и железистого шпинеля ( $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  шпинеля). В области двойной системы «каолин-ПГО» указаны области существования минералов муллита, железистого шпинеля, волластонита

(CaO·SiO<sub>2</sub>), а также узкий область существования минерала анортита (2CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>).



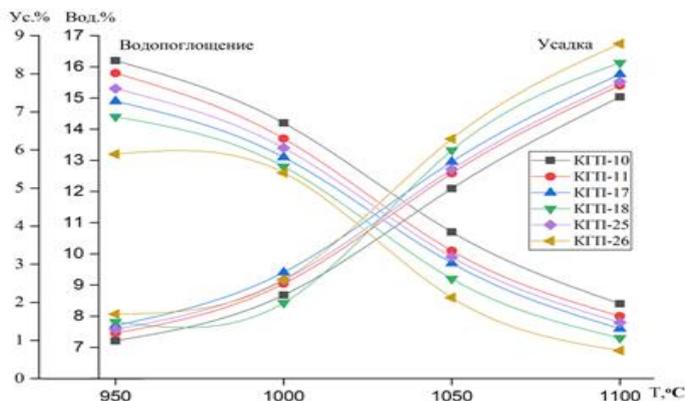
**Рисунок 3. Диаграмма плавкости тройной системы «каолин–глина–пыль газоочистки» с двойными политермическими разрезами**

Для составления различных вариантов рецептурного состава керамических масс и технологической их реализации использованы научные подходы по химико-минералогическим характеристикам. Компонентные составы образцов на основе композиции «каолин–глина–пыль газоочистки» приведены в таблице 2.

**Таблица 2**  
**Составы опытных образцов керамических масс на основе композиции «каолин-глина-пыль газоочистки»**

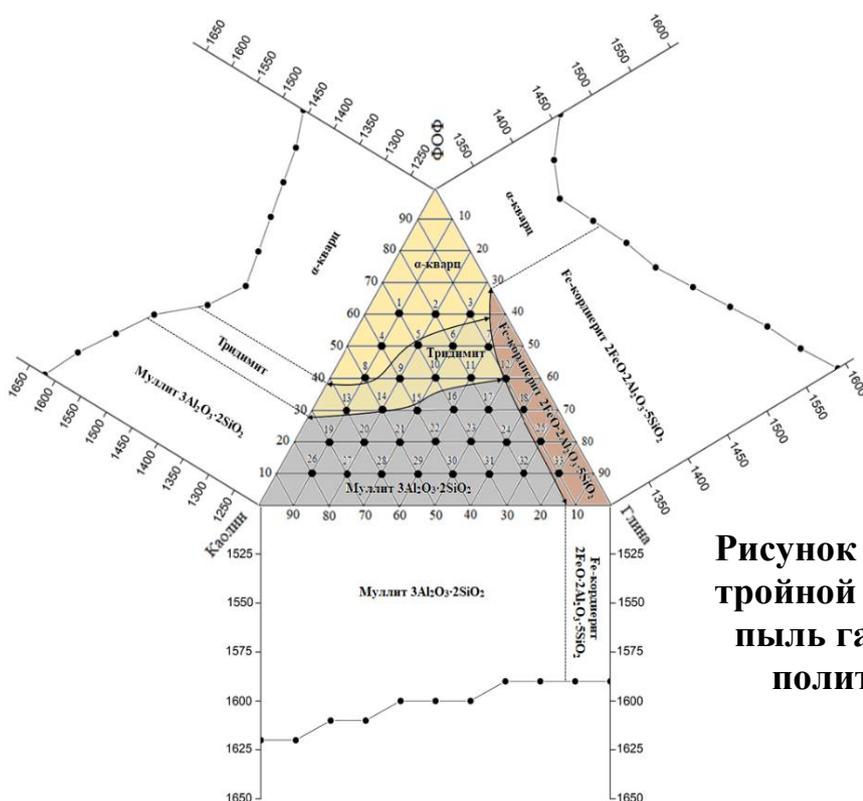
Наименование сырья	Наименование масс и содержание компонентов, %					
	КГП-10	КГП-11	КГП-17	КГП-18	КГП-25	КГП-26
Ангренский каолин	40	30	50	40	55	45
Ангренская глина	40	50	40	50	40	50
Пыль газоочистки	20	20	10	10	5	5

При высокотемпературном обжиге в данной композиции пыль газоочистки играет роль плавнеобразующего компонента, повышает реакционную способность исходных компонентов каолина и глины. Так как, при добавлении пыль газоочистки в массах происходит поверхностное растворение зерен муллита, в результате которого улучшается плотность и прочность образцов (рисунок 4). Кроме того, пыль газоочистки способствует полному спеканию полученных керамических масс, благодаря увеличению содержания жидкой фазы между минералами каолина и глины. В результате, которого каолин и глина вступает в химическую реакцию уже при низких температурах и хорошо спекшаяся керамическая масса приобретает максимальную плотность и прочность.



**Рисунок 4. Влияние железо-содержащей пыли газоочистки на основные технологические характеристики керамической массы**

На рисунке 5 также приведены результаты установления области существования кристаллических фаз первичной кристаллизации тройной системы «каолин-глина-отходы ФОФ» при высокотемпературном обработке, политермическими разрезами, с указанием изотермической линии двойных систем. При этом в качестве фазы первичной кристаллизации смеси исходных компонентов тройной системы установлены в основном минералы муллита ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) и в малом количестве железистого кордиерита в области двойной системы «каолин-глина». На диаграмме двойной системы «глина-ФОФ» указаны области существования кристаллических фаз минералов железистого кордиерита ( $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ) и альфа кварца. В области двойной системы «каолин-отходы ФОФ» указаны области существования минералов муллита, альфа кварца и узкий интервал области, относящиеся к минералом тридимита.



**Рисунок 5. Диаграмма плавкости тройной системы «каолин-глина-пыль газоочистки» с двойными политермическими разрезами**

В результате проведенных исследований по установлению первичной кристаллизации фаз в смеси каолина, глины и отходов ФОФ показано, что характер расположения изотерм плавкости на тройной диаграмме на основе каолина, глины и отхода ФОФ распространяются процессы новообразований в область внутренних составов треугольника и образований кристаллических фаз минералов муллита ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), железистого кордиерита ( $2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ), тридимита ( $\text{SiO}_2$ ),  $\alpha$ -кварца ( $\text{SiO}_2$ ) на основе Ангренского каолина и глины, а также отхода ФОФ.

Таким образом, на основе результатов определения температур плавления опытных образцов нанесены линии ликвидуса на политермических разрезах тройной диаграммы «каолин-глина-отходы ФОФ» и методом рентгенофазового анализа определена область образования кристаллических фаз алюмосиликатных минералов, которые влияют на технологические характеристики керамических плит.

При проектировании оптимального состава образцов для керамических плит и технологической их реализации использованы научные подходы по химико-минералогическим характеристикам. Область изученных составов на основе тройной системе «каолин-глина-отходы ФОФ», которые расположены в близости вершины треугольника, где находится максимальное содержание каолина. Компонентные составы исследуемых опытных образцов приведены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Оптимальные составы опытных образцов керамических масс на основе композиции «каолин-глина-отходы ФОФ»**

Наименование сырья	Наименование масс и содержание компонентов, %			
	КГФ-9	КГФ-14	КГФ-15	КГФ-21
Каолин	40	50	40	50
Глина	20	20	30	30
Отходы ФОФ	40	30	30	20

При этом следует отметить, что для стабилизации кристаллических фаз и снижение температуры спекания каолин-глинистой массы в качестве плавнеобразующего компонента добавляли отходы флюорит обогатительной фабрики. При термической обработке композиции «каолин-глина-отходы ФОФ» отходы ФОФ играет роль плавнеобразующего компонента и способствует полному спеканию керамических масс, благодаря увеличению количество стеклофазы, приводящие повышению прочности и плотности керамического черепка. В данном случае каолин и глина также вступает в твердофазную химическую реакцию уже при сравнительно низких температурах и хорошо спекшаяся керамическая масса приобретает максимальную физико-механическую свойств. Также исследована влияние температуры обжига на технологические свойства образцов из четырёх трехкомпонентных керамических масс отхода ФОФ.

Обжиг образцов из указанных масс проводили в диапазоне температур 900-1150 °С. Изменение показателей усадки и водопоглощения образцов представлены в таблице 4.

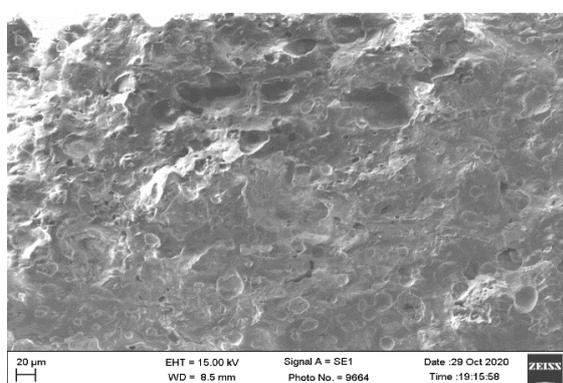
**Таблица 4**

**Влияние температуры обжига на технологические свойства керамической массы с добавкой отхода ФОФ**

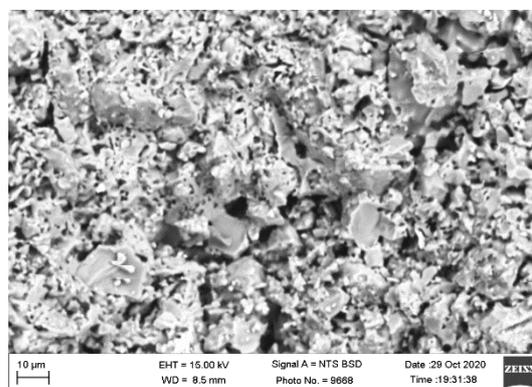
Наим. проб	Температура обжига, в °С и показатели свойств, %									
	950		1000		1050		1100		1150	
	Усад-ка	Водо-погло-щение	Усад-ка	Водо-погло-щение	Усад-ка	Водо-погло-щение	Усад-ка	Водо-погло-щение	Усад-ка	Водо-погло-щение
КГФ-9	0,2	24,7	1,3	22,4	4,4	16,4	5,2	13,7	6,8	9,8
КГФ-14	0,4	22,2	1,8	19,8	5,2	14,0	6,0	11,9	7,7	7,4
КГФ-15	0,3	23,1	1,6	20,2	4,8	15,2	5,6	12,6	7,2	8,9
КГФ-21	0,2	24,4	1,4	21,9	4,6	16,1	5,3	13,4	7,0	9,5

С увеличением количества вводимого отхода ФОФ и глины от 20 до 40 масс.%, за счет уменьшения каолина значение усадки образцов имеет тенденцию повышения (до 1,2 %), а при 60 масс.% наблюдается постоянства, т.е. неизменность исходных линейных размеров образцов. При этом с увеличением температуры обжига образцов наблюдается равномерное увеличение усадки, что указывает на закономерном повышении степени спекания керамических черепков. Следовательно, водопоглощение образцов изменяется не линейным образом, т.е. при относительно низких температурах обжига образцы имеют высокие показатели водопоглощения. При 1050-1100 °С водопоглощение образцов уменьшается 2 до 13,7 - 11,9 %.

На электронно-микроскопических снимке образца оптимальной массы КГП-17, обожженного при температуре 1100 °С отмечается прочная структура керамического черепка, можно наглядно увидеть различные формы закрытых пор, четкие границы между формирующейся структуры черепка и расплавленной части, а также крупные частицы кварца. Следует отметить, что указанные составляющие элементы структуры керамического черепка распределены по всему его объему неравномерно (рисунок 6а).



а



б

**Рисунок 6. Электронно-микроскопические снимки образцов КГП-17 (а) и КГФ-14 (б)**

Электронно микроскопический снимок образца (рисунок 6б) из опытной массы КГФ-14 показывает более моноструктурную текстуру исследуемого образца и наблюдаются частиц минералов кварца, муллита, волластонита, которые составляют основную составляющую часть формирующегося фазового состава керамического черепка из массы КГФ-14.

В четвертой главе диссертации «Обсуждение результатов исследования. Апробирование полученных образцов керамических плит на основе алюмосиликатных систем в производственных условиях» приведены результаты апробации проведенных исследований путем опытно-производственных испытаний разработанных составов на основе тройных алюмосиликатных систем для керамических масс облицовочных плит в условиях СП «ART GLOSS GALLERY». Оптимизированы составы и технологические режимы получения керамических масс и выбрано направление, позволяющее реальное освоение результатов проведенных исследований в ближайшей перспективе.

Для производственных испытаний опытные образцы подвергали обжигу в промышленной конвейерной печи СП «ART GLOSS GALLERY» при максимальной температуре обжига 1100 °С. В результате обжига опытных образцов установлены температурные режимы, при которых достигалось необходимое спекание исходных компонентов массы до отсутствия открытой пористости и водопоглощения, также максимальной механической прочности и плотности керамического черепка для облицовочных плит. Для апробации были выбраны 13 образцов, компонентные составы которых приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Компонентные составы и показатели свойств керамических масс облицовочных плит для опытно-производственных испытаний**

Наим. образца	Состав массы, масс. %						Показатели свойств			
	Каолин	Глина	ФОФ	ПГО	Бентонит	Барх. песок	Общая усадка, %	Водопоглощение, %	Прочность при изгибе, МПа	Твердость по Моосу
КГП-10	40	40	-	20	-	-	12,4	0,43	14	5
КГП-11	30	50	-	20	-	-	10,0	2,5	14	5
<b>КГП-17</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	-	<b>10</b>	-	-	<b>4,0</b>	<b>7.6</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
КГП-18	40	50	-	10	-	-	17,0	3,68	14	5
КГП-25	55	40	-	5	-	-	12,4	0,72	14	5
КГП-26	45	50	-	5	-	-	12,0	4,5	15	5
КГФ-9	40	20	40	-	-	-	5,0	10,9	15	5
<b>КГФ-14</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	-	-	-	<b>7,4</b>	<b>7.7</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
КГФ-15	40	30	30	-	-	-	10,0	6,5	15	5
КГФ-21	50	30	20	-	-	-	10,0	9,5	15	5
<b>М-13</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	---	--	-	<b>4,2</b>	<b>5,7</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
<b>М-14</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	---	<b>5</b>	-	<b>4,6</b>	<b>7,5</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
<b>М-15</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	-	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>5,0</b>	<b>7,2</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
ЗПМ	-	-	-	-	-	-	<b>4,2</b>	<b>7,89</b>	<b>15</b>	<b>5</b>

Испытуемые опытные плитки по показателю отклонений от номинальных размеров незначительно превысили, что свидетельствует о неудовлетворительном спекании, сопровождающемся сильными линейными деформациями. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных рецептур керамических масс при производительности 250 тыс.м<sup>2</sup>/год керамических облицовочных плит составляет 22000 долл. США.

Таким образом, проведенные опытные испытания показали, что использованием пыли газоочистки АО «Узметкомбинат» и отхода флюоритообогатительной фабрики, позволяет выпускать качественные керамические облицовочные плитки, полностью отвечающие требованиям ГОСТ 6141-91 и O'zSt 823-97.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

При выполнении диссертационной работы получены следующие основные научные и практические результаты:

1. Изучением химико-минералогических составов, физико-химических характеристик сырьевых и спеченных образцов керамических масс на основе вторичных каолинов и глин Ангреновского, бентонитовых глин Логонского, кварцевых песков Язъяванского месторождения и отходов флюоритообогатительной фабрики и металлургических производств - пыль газоочистки были выбраны перспективные сырьевые компоненты керамических масс для облицовочных плит. Выявлены процессы твердофазного спекания сырьевых компонентов, с помощью современных физико-химических методов анализа и традиционных методов исследований керамической технологии. Показано пригодность исследованных сырьевых ресурсов и плавнеобразующих отходов для разработки оптимальных составов керамических масс.

2. Установлены процессы твердофазных реакций спекания и термического фазового превращения, происходящие при различных стадиях обжига сырьевых и опытных образцов на основе композиций тройных систем «каолин-глина-пыль газоочистки» и «каолин-глина-отходы ФОФ».

3. Установлены области образования оптимальных составов керамических масс для облицовочных плит на тройных диаграммах. Показано, что процесс спекания сопровождается фазовыми превращениями исходных сырьевых минералов, приводящие к новообразованиям в обожженном черепке в виде минералов муллита, волластонита, высокотемпературного кварца, анортита, гематита, а также незначительного количества вюститита и аморфной стекловидной фазы, благодаря которых готовый материал приобретает необходимые физико-механических и технологических свойств.

4. Исследованием физико-химических характеристик построены диаграммы плавкости двойных и тройных систем на основе каолина, глины, пыли газоочистки, отходов ФОФ и выявлены процессы термического фазового превращения, происходящие при обжиге опытных образцов в

интервале температур 900-1200 °С на основе алюмосиликатных систем. Показаны функциональные зависимости физико-механических свойств спеченных образцов от их состава и температурного режима термообработки.

5. Проектированы и разработаны ряд композиционных составов керамических масс на основе алюмосиликатных тройных систем, путем использования местных сырьевых и вторичных ресурсов и исследованы физико-механические характеристики обожженных образцов соответственно в интервале температур от 900 °С до 1150 °С, через каждые 50 °С и получены положительные результаты.

6. Проведено апробирование полученных образцов керамических плит на основе алюмосиликатных систем путем опытно-производственных испытаний разработанных керамических масс составов с наименованиями КГП-17, КГФ-14, М-13, М-14 и М-15 для облицовочных плит при скоростных режимов обжига в условиях СП «ART GLOSS GALLERY». Оптимизированы шихтовые составы и технологические режимы получения керамических масс для облицовочных плит при скоростных режимах обжига. Выявлено реальная возможность разработки составов облицовочных керамических плит и их технологии низкотемпературного обжига, отвечающих требованиям действующего стандарта, на основе отечественных сырьевых компонентов.

7. Установлено, что по физико-техническими и технологическими показателями разработанный состав для керамических облицовочных плит отвечает требованиям ГОСТ 6141-91 и O'zSt 823-97. Разработаны технологические режимы получения керамических облицовочных плит на основе тройных алюмосиликатных систем и рекомендации по полученным результатам исследований. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных рецептур керамических масс при производительности 250 тыс.м<sup>2</sup>/год керамических облицовочных плит составляет 22000 долл. США.

8. Показано, что полученные научные результаты могут быть использованы в качестве справочного материала по физико-химическому исследованию фазовых превращений тройных алюмосиликатных систем и в прикладном аспекте для разработки составов керамических облицовочных плит на основе местных сырьевых и вторичных ресурсов, с использованием энерго- и ресурсосберегающей технологии их производства, решая проблемы экономики и экологии.

**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**

**TAIROV SAIDAMIR SAIDMALIKOVICH**

**SOLID-PHASE SINTERING PROCESSES AND PROPERTIES OF  
CERAMIC PLATES BASED ON TRIPLE ALUMINO-SILICATE  
SYSTEMS**

**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/K317

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)) on the scientific website and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Research supervisors:**

**Kadyrova Zulayho Raimovna**  
doctor of chemical sciences, professor

**Official Opponents:**

**Sharipov Xasan Turapovich**  
doctor of chemical sciences, professor

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

**Leading organization:**

**Fergana Polytechnic Institute**

The defense will take place "09" September 2021 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of on-time scientific council DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic chemistry. Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)

The dissertation can be reviewed at the Information-Resource Centre Institute of General and Inorganic Chemistry, (is registered number is № 8) Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60.

Abstract of dissertation was mailed on «26» august 2021 year (mailing report № 8 on «26» august 2021 year).



**B.S.Zakirov**  
Chairman of the on-time scientific Council  
awarding scientific degrees, d.t.s., prof.

**D.S.Salikhonova**  
Chairman of the on-time scientific Council  
awarding scientific degrees, d.t.s., prof.

**Sh.S.Namazov**  
Chairman of scientific seminar at the  
on-time scientific Council awarding  
scientific degrees, Academician

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is a study of the processes of solid-phase sintering and the properties of ceramic facing plates based on ternary aluminosilicate systems.

**The subject of the research work:** Study of sintering processes, physicochemical, physicomechanical and technological properties of prototypes of ceramic masses, establishment of optimal compositions and technological modes of their sintering by performing laboratory research and production tests.

**The scientific novelty of dissertational research:**

for the first time the possibility of using floating-forming wastes of PGO and FOF in the composition of aluminosilicate ternary systems for ceramic facing plates at high-speed modes of their firing has been substantiated;

the chemical and mineralogical compositions and physicochemical characteristics of the floating-forming wastes of PGO and FOF were investigated and their influence on the sintering processes, physicochemical and ceramic-technological properties of prototypes of ceramic masses was established;

structure formation of new crystalline phases in the process of solid-phase sintering of the ternary systems "kaolin-clay-PGO waste" and "kaolin-clay-FOF waste" in the temperature range 950-1150 °C;

substantiated the regularities of phase transformations of raw materials with the formation of the structure of crystalline phases of minerals  $\alpha$ -quartz ( $\text{SiO}_2$ ), hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), anorthite ( $\text{CaSi}_2\text{Al}_2\text{O}_8$ ), mullite ( $\text{Al}_4\text{OSi}_2\text{Al}_2\text{O}_{12}$ ), albite ( $\text{NaSi}_3\text{AlO}_8$ ), wustite ( $\text{FeO}$ );

sintering processes in aluminosilicate binary and ternary systems with the participation of floating-forming wastes of PGO and FOF and the region of optimal compositions on ternary diagrams have been determined;

the optimal charge compositions and parameters of technological processes of the high-speed mode of sintering of ceramic compositions in the temperature range of 950-1150 °C with the use of floating-forming wastes of PGO and FOF were established.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific results on the study of sintering processes of aluminosilicate masses and the development of the composition and technology for the production of ceramic plates using domestic raw materials and secondary resources:

The results of studies of solid-phase reactions of the designed compositions, for ceramic plates using PGO and FOF wastes, are presented as new scientific information in the fundamental project T.3-16 "Laws of phase transitions of solid-phase multicomponent systems with alkaline earth bentonites" (Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan December 30, 2020. №. 4/1255-3019). As a result of the study of solid-phase reactions, during high-speed firing of samples of ceramic masses from the synthesized compositions in high-temperature ranges, it was possible to obtain scientifically substantiated fundamental information about

the processes of solid-phase sintering and the properties of ceramic materials based on new ternary aluminosilicate systems;

The developed composition of ceramic slabs using PGO and FOF wastes is included in the list of promising developments implemented in the ART GLOSS GALLERY JV in 2021-2022. (Reference JV "ART GLOSS GALLERY" №59 dated March 25, 2020). The result of the introduction of the developed composition makes it possible to produce facing slabs 1.5 times cheaper in comparison with the existing ones.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the thesis consists of a manual, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the thesis is 119 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Сабилов Б.Т., Таиров С.С., Жуманов Ю.К., Кадырова З.Р. Разработка составов керамических масс для облицовочных плиток с использованием Логонского бентонита и Язьяванских барханных песков. «Узбекский химический журнал» 2017, №6, С.19-25. (02.00.00 №6)
2. Tairov S.S., Sabirov B.T., Kadyrova Z.R., Khomidov F.G. Use of dust of gas cleaning of metallurgical production in the composition of ceramic mass for facing tiles. European Science Review, 9-10, 2018.С. 269-272. (Global impact factor (5) – IF 1.44, 05.00.00, №3)
3. Sabirov B.T., Kadyrova Z.R., Tairov S.S. Development of optimal compositions of ceramic tiles using dune sand. Glass and Ceramics, Vol. 75, Nos. 9-10, 2019. С. 363-365. (Scopus (3), Web of Sciences (1), Springer (11) IF-0.708)
4. Сабилов Б.Т., Таиров С.С., Кадырова З.Р., Эминов А.М. Разработка составов масс для керамических плиток с использованием Логонской бентонитовой глины в качестве пластифицирующего компонента. «Узбекский химический журнал» 2019, №3. С. 42-49. (02.00.00 №6)
5. Сабилов Б.Т., Намазов Ш.С., Пулатов Х.Л., Таиров С.С., Мадатов Т.А., Пардаев С.Т. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана. Журнал: «Universum: технические науки», Вып. 8 (77), август, Часть 3, Москва, 2020, С. 46-54. (02.00.00 №1)

**II бўлим (II часть; part II)**

6. Таиров С.С., Кадырова З.Р. Перспективности использования Логонских бентонитов в составе керамических масс для облицовочных плит. VIII Международный молодёжный форум. Белгород 2016. С. 57-59.
7. Таиров С.С. Керамическая масса с использованием бентонитов Логонского месторождения. АН РУз ИОНХ Республиканская научная конференция молодых учёных «высокотехнологические разработки в производстве» Ташкент 2016. 14 декабря. С. 27-28.
8. Сабилов Б.Т., Усманов Х.Л. Таиров С.С. Эминов А.А. Керамические массы с улучшенными пластифицирующими свойствами с использованием Логонских бентонитов. Тезисы докладов XX-Всероссийской конференции молодых ученых-химиков (с международным участием) Нижний Новгород, 18-20 апреля 2017г., Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. 2017. стр. 527-528.

9. Таиров С.С., Сабилов Б.Т., Усманов Х.Л., Кадырова З.Р. Методика определения качества бентонитов для использования в керамических поликомпонентных системах. ТДУ. Акад.А.Ф. Ганиевнинг 85 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” V Республика ил.амал.анжумани. Термиз 2017. 26-28 апрель. С.64-65.
10. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабилов Б.Т. Фазовые превращения в бентонитсодержащих поликомпонентных системах. «Проблемы геологии и освоения недр». Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина. Том II. Томский Политехнический Университет. Томск. 2017. Стр. 417-419.
11. Таиров С.С., Усманов Х.Л., Кадырова З.Р. Ёзёвон бархан кумларидан керамик кошнлар ишлаб чиқаришда фойдаланиш. УДУ. Кимё саноатида инновацион технологиялар ва уларни ривожлантириш истиқболлари. Респ.ил.амал. анжумани. Урганч ш. 2017. 20-21 апрель. С.75-76.
12. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабилов Б.Т. Использование пыль газоочистки металлургических производств в составе керамических масс для плиток. Материалы Респ. Научно-техн. конф. «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства». Навои. -2018. - С. 172-174.
13. Таиров С.С., Қодирова З.Р. Чиқиндининг керамик кошнлар олиш технологиясида хароратнинг пасайишига таъсири. “Қорақалпоғистон республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Респ. илмий-амалий конф. материаллари тўплами. Нукус 2019, 24 май. С. 200-202.
14. Таиров С.С., Сабилов Б.Т., Кадырова З.Р. Разработка низкотемпературного состава для получения керамической плитки с использованием пылегазоочистки. Международная научно-техническая конференции «Проблемы применения композитных полимерных материалов и арматуры в строительстве, в том числе сейсмических районов» г. Ташкент, 17-18 октября 2019г. С. 74-76.
15. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабилов Б.Т. Утилизация пыль газоочистки – отхода металлургического производства в производстве керамических облицовочных плит. “Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари”. // Халқаро илмий-техник on-line анжуман илмий ишлар тўплами. - Тошкент. ТошДТУ, 2020. II-том. С. 283-284.
16. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабилов Б.Т., Эминов А.А. Утилизация отхода металлургического производства - пыли газоочистки для получения керамических облицовочных плит. “Инновацион техника ва технологияларнинг атроф муҳит муҳофазаси соҳасидаги муаммо ва истиқболлари”. // Халқаро илмий-техник on-line анжуман илмий ишлар тўплами. - Тошкент. ТошДТУ, 2020. II-том. С. 70-71.

17. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабиров Б.Т. Влияние отхода «Пыль газоочистки» на физико-технические показатели керамических образцов для керамических плиток. Мат. Межд. науч. симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, ТомПУ, Том II. 2020. С. 376-377.
18. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабиров Б.Т. Разработка составов масс с использованием отхода пылегазоочистки АО «Узметкомбинат» и флотаотходов обогащения флюорита для керамических плит. “Инновацион курилиш материаллари ишлаб чиқаришни ривожлантиришнинг долзарб муаммолари ва ечимлари” мавзусидаги республика онлайн анжумани материаллари тўплами. Тошкент, 2021, 25 декабрь, 261-264 бетлар.
19. Таиров С.С., Қодирова З.Р., Сабиров Б.Т. Саноат чиқиндилари асосида пардозбоп керамик кошинлар олиш имконияти. “Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб муаммолари”. Нукус-2021, 24-март. 249-251 б.
20. Таиров С.С., Кадырова З.Р., Сабиров Б.Т. Использование отхода флотационного обогащения флюорита в составе керамических масс для облицовочных плиток. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им.В.Г.Шухова. Белгород 2021 г. С.3178-3181.

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

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 2,25. Адади 100. Буюртма № 45/21.

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