

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

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ЭМИНОВ АФЗАЛ АШРАПОВИЧ**

**ЮҚОРИ ГЛИНОЗЕМЛИ НООРГАНИК ХОМАШЁ РЕСУРСЛАРИ  
АСОСИДА МАЙДАЛОВЧИ ЖИСМЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент – 2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Эминов Афзал Ашрапович**

Юқори глиноземли ноорганик хомашё ресурслари асосида майдаловчи  
жисмлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш .....5

**Эминов Афзал Ашрапович**

Разработка технологии получения мелющих тел на основе  
неорганических высокоглиноземистых сырьевых ресурсов.....24

**Eminov Afzal Ashrapovich**

Development of the technologies of obtaining grinding bodies on the basis  
high-alumina inorganic raw resources..... 42

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works.....43

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

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ЭМИНОВ АФЗАЛ АШРАПОВИЧ**

**ЮҚОРИ ГЛИНОЗЕМЛИ НООРГАНИК ХОМАШЁ РЕСУРСЛАРИ  
АСОСИДА МАЙДАЛОВЧИ ЖИСМЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент – 2020**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/T643 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:

Искандарова М.И.  
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Жуманиязов М.Ж.  
техника фанлари доктори, профессор

Юнусов М.Ю.  
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc 02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «30» ноябрь соат «15<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 (19 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 2020 йил «17» ноябрь кун тарқатилди.  
(2020 йил «17» ноябрь 19 рақамли реестр баённомаси)



Б.С.Закиров  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

Д.С.Салиханова  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

С.А.Абдурахимов  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш қошидаги илмий семинар  
раиси, т.ф.д., проф.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон иқтисодиётининг кўпгина саноат соҳаларида заррачаларнинг ўлчамлари кичик бўлган субстанциялардан фойдаланиш зарурий ҳисобланади. Бунинг учун доимо асосий қисми майдаловчи жисмлардан таркиб топган туйиш майдаловчи ускуналардан фойдаланилади. Майдаловчи жисмлар асосан юқори глиноземли керамик материаллардан тайёрланган бўлиб, олинаятган буюмларни турли компонентларини майин ва ўта майин туйиш мақсадида турли конфигурация кўринишида тегирмон камерасига юкланади. Майдаланаётган материалнинг дисперслиги, туйишнинг суюқ ҳолатида ҳам, куруқ ҳолатида ҳам фармацевтика, кимё, керамика, шиша, тоғкон кимёси, тоғкон рудаси ва бир қатор бошқа саноат соҳаларининг зарурий талабларига боғлиқдир.

Ҳозирги вақтда дунёда, минимал энергия сарфи билан туйиш жараёнини жадаллаштирувчи, материални майдалаш самарадорлигини оширувчи берилган хоссаларга эга бўлган керамик майдаловчи жисмлар ишлаб чиқариш бўйича қуйидаги илмий ечимларни асослаш: юқори глиноземли массани пишириш учун юқори ҳароратда хомашё омухтасида борадиган физик-кимёвий жараёнларни бошқариш; омухта асосий хомашё компонентларининг майдалиги ва уларнинг миқдорларини термик ишлов беришда янги кристалл фазалар ҳосил бўлишига таъсирини асослаш, бошланғич модданинг муллит, корунд, анортит, кристобалит ҳосил қилиб, фазавий ўтишларининг технологик режимларини аниқлаш; майдаловчи жисмлар учун юқори глиноземли массанинг паст ҳароратда пишадиган таркибларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикада маҳаллий ва иккиламчи хомашё ресурслари асосида паст ҳароратда пишадиган майдаловчи жисмларнинг таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг қамровли чора тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Ривожлантиришнинг Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи йўналиши бўйича «илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш»<sup>1</sup>га вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида энергиятежамкор таркиблари ва талаб даражасидаги керамик майдаловчи жисмларни ишлаб чиқариш бўйича илмий тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини Ривожлантиришнинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 07 майдаги ПҚ-3698-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва соҳаларига инновацияларни жорий этиш механизмларини такомиллаштириш

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Чоп этилган манбаларда минерал хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосида юқори глиноземли майдаловчи жисмлар таркиби ва олиш технологияси, ҳамда уларнинг физик-механик ва технологик хоссаларини яхшилашга бағишланган илмий тадқиқотларнинг натижалари кенг ёритилган.

Менделеев номидаги Россия кимё-технология университети кафедраларида проф. Е.С.Лукин раҳбарлигида паст ҳароратда пишадиган майдаловчи керамик жисмлар таркибларини ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилган. Томск политехника университети (Урал, Россия) билан ҳамкорликда Беларусь Давлат технологик университети проф. В.М.Погребенков раҳбарлигида муллит-кордиеритли керамиканинг физикавий-техник хоссаларига модификацияловчи қўшимчаларнинг таъсири ўрганилган. Ҳамда Р.Ю. Попов раҳбарлигида ярим қуруқ қолиплаш усули бўйича ишқаланишга чидамли керамик материалларнинг таркиблари ва ишлаб чиқаришнинг технологик параметрлари яратилган. Прага (Чехия) ва Лимож (Франция) университетларида юқори глиноземли хомашёда муллит минералининг оксидлар билан ўзаро таъсири золь-гель усули билан тадқиқ этилган. Урал федерал университети қошидаги Янги материаллар ва технологиялар институти, Украина Миллий технологиялар университети қошидаги Харьков политехника институтларининг илмий-тадқиқот лабораторияларида, каолин ва қийин эрувчан гилсимон хомашёлар асосида юқори глиноземли керамик материаллар таркиблари, олиш ва ишлаб чиқариш технологияларини яратиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Проф. Н.А. Сирожиддинов ва проф. Ф.Х.Тожиевлар томонидан Ангрен каолин хомашёси асосида керамика материаллари олиш бўйича бир қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган. ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти ва Материалшунослик институти илмий-тадқиқот лабораторияларида Ангрен каолини асосида, Республика нефтгазни қайта ишлаш соҳасида ишлатилган катализаторлардан фойдаланиб, юқори глиноземли шамот ғишти олиш бўйича бир қатор тадқиқотлар олиб

борилган. Таъкидлаш лозимки, Ўзбекистон Республикасида маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар етарлича ўрганилмаганлиги сабабли, юқори глиноземли жумладан уралит, корунд, муллиткорунд, чинни каби юқори глиноземли майдаловчи жисмлар, ишлаб чиқариш бўйича корхоналар мавжуд эмас.

Шундай қилиб, маҳаллий хомашё ресурслари асосида энергиятежамкор таркибли, талаб даражасидаги юқори глиноземли майдаловчи жисмлар ишлаб чиқиш билан бирга технологик, амалий, экологик ва иқтисодий жиҳатларини тадқиқ этиш бўйича ишончли маълумотлар мавжуд эмас.

**Диссертация тадқиқотининг бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170920189 «Норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни комплекс қайта ишлаш йўли билан иссиқликни химояловчи-оловбардош ва керамика материалларининг импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) ва Т.3-16 «Поликомпонент системаларда ишқорий ер бентонитлари иштирокидаги қаттиқ ҳолатдаги фазавий ўтиш қонуниятлари» (2016-2017йй.) мавзуларидаги амалий ва фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** маҳаллий хом ашё ва иккиламчи ресурслар асосида паст ҳароратда пишадиган майдаловчи жисмлар таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

гилсимон хомашё ресурсларининг кимё-минералогик, гранулометриқ таркибларини, юқори ҳароратдаги фазавий ўтишлар, физик-кимёвий жараёнлар ва технологик хоссаларини аниқлаш;

«каолин-глинозем-доломит» композициядаги пишиш жараёнлари ва қаттиқ фазадаги реакцияларни тадқиқ этиш;

юқори глиноземли масса хоссаларининг уларнинг компонент таркиблари ва куйдириш режимларига функционал боғлиқлигини аниқлаш;

юқори глиноземли масса тажриба намуналарининг физик-кимёвий, физик-механик ва эксплуатация хусусиятларини аниқлаш;

каолин, глиноземтаркибли хомашё ва суюқлантирувчи қўшимчалар асосидаги майдаловчи жисмларнинг ишқаланиш жараёнидаги технологик хоссаларини ўрганиш билан уларнинг мақбул таркибларини ишлаб чиқиш;

олинган майдаловчи жисмларни ишлаб чиқариш шароитида синаш ва улардан ишлаб чиқаришда фойдаланишдаги самарадорликни аниқлаш орқали тадқиқот натижаларини апробациядан ўтказиш;

ишлаб чиқилган янги таркибдаги юқори глиноземли массадан майдаловчи жисмлар ишлаб чиқариш учун техник ҳужжатларини тузиш.

**Тадқиқотнинг объекти** АКФ-78, АКС-30 маркали ва Альянс, бойитилган каолинлари, Қарғали лейкократ гранити, Яккабоғ кварц қуми, Музбулоқ доломити, Косон бентонити, газни қайта ишлашдаги глиноземтаркибли чиқиндиси ва тажриба намуналаридан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** майдаловчи жисмлар тажриба намуналарининг физик-кимёвий, физик-механик ва эксплуатация хоссаларини ўрганиш, ҳамда лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказиш йўли билан мақбул таркиблари ва уларни олишнинг технологик режимларини аниқлаш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертацияда замонавий физик-кимёвий ва керамика технологиясининг анъанавий усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

майдаловчи жисмлар олиш учун юқори глиноземли массанинг импорт ўрнини босувчи таркибларини ишлаб чиқишда каолин, глинозем таркибли чиқиндилардан суюқлантирувчи қўшимчалар билан биргаликда фойдаланиш имкониятлари асосланган;

1000-1400°C ҳарорат оралигида ишлаб чиқилган тажриба массаларининг пишишдаги юқори ҳароратдаги физик-кимёвий жараёнлар ва муллит, корунд, анортит ва кристобалит кристалл фазаларини ҳосил қилиб фазавий ўтишлари аниқланган;

юқори глиноземли материал намуналарининг асосий физик-кимёвий, технологик ва эксплуатация хусусиятларини омухта компонент таркибига боғлиқ равишда функционал ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

майдаловчи жисмлар олиш учун мақбул шароитлар, пиширишнинг технологик режимлари ва юқори глиноземли массанинг фракция таркиблари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижаси** қуйидагилардан иборат:

майдаловчи жисмлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш учун, маҳаллий минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар - Ангрен ва Альянс конлари каолинлари, газни қайта ишлашдаги глиноземтаркибли чиқиндиларидан фойдаланиш имкониятлари асосланган;

юқори глиноземли майдаловчи жисмларнинг компонент, донадорлик таркиблари мақбуллаштирилган ва уларни маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** олинган натижалар замонавий тадқиқот усуллари қўллаш билан асосланган ва тажриба-ишлаб чиқариш синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, майдаловчи жисмлар олиш учун каолин, глиноземтаркибли компонент, суюқланма ҳосил қилувчи қўшимчалар асосидаги юқори глиноземли масса таркиб топган компонентларининг турига ва миқдорида, ҳамда пишиш жараёнларига асосий физик-кимёвий, физик-механик ва технологик хусусиятларини функционал боғлиқлигини асослаш ва аниқлашлар билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундаки, ушбу тадқиқот ишида илк бор маҳаллий хомашё ресурслари асосида юқори глиноземли майдаловчи жисмларнинг янги таркибларини ва олишнинг технологик режимларини, хомашё базасини кенгайтирган ва олинган тайёр маҳсулотнинг



технологик хоссаларини яхшилаган ҳолда, уларни ишлаб чиқариш технологиясини яратилганлиги ва мақбуллаштиришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиб, майдаловчи жисмлар таркибларини ва ишлаб чиқариш технологиясини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

каолин, глиноземтаркибли газни қайта ишлашдаги чиқинди, тегишли минерал қўшимчалар билан бирга ишлаб чиқилган юқори глиноземли масса таркиби «Бекабод-огнеупор» ҚҚда 2021-2022 йилларда амалга ошириладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Бекабод-огнеупор» ҚҚнинг 2020 йил 25 мартдаги 59-сон маълумотномаси). Натижада четдан келтирилганга нисбатан 3,5 марта арзон майдаловчи жисм ишлаб чиқиш имконини берган;

маҳаллий хомашё компонентлари асосида юқори глиноземли майдаловчи жисм олиш технологияси Бекабод-огнеупор» ҚҚда 2021-2022 йилларда амалга ошириладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Бекабод-огнеупор» ҚҚнинг 2020 йил 25 мартдаги 59-сон маълумотномаси). Натижада амалдаги стандарт талабларга жавоб берувчи, импорт ўрнини босувчи маҳсулот олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Ушбу тадқиқот натижалари 7 та Халқаро ва 13 та Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш нашр этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациянинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 10 та мақола - 3 таси хорижий ва 7 таси республика илмий журналларида чоп этилган.

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

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

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

Диссертациянинг **«Юқори глиноземли ноорганик керамик материаллар ишлаб чиқариш технологияси тадқиқотининг замонавий**

**ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида дунёда, жумладан Ўзбекистонда чоп этилган илмий-техник адабиётларда юқори глиноземли майдаловчи жисмларнинг таркиби ва ишлаб чиқариш технологиясини яратиш учун хомашё компонентларини танлаш, физик-кимёвий ва технологик хоссалари, олиш усуллари, юқори ҳароратдаги пишиш жараёнлари, фазавий ўтишлар ва куйдириш режимида керамик сополакда кристалл фазали структура ҳосил бўлиши бўйича чоп этилган ишларнинг танқидий таҳлил натижалари келтирилган. Берилган хоссаларга эга бўлган техник мақсадларда фойдаланадиган юқори глиноземли материаллар ишлаб чиқариш учун Республиканинг минерал хомашё ва иккиламчи ресурслари тўғрисидаги маълумотлар муҳокама қилинган. Чоп этилган ишларнинг танқидий таҳлили ва муҳокамаси асосида ушбу тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллانган.

Диссертациянинг **«Гилсимон минерал хомашё ва иккиламчи ресурсларнинг физик-кимёвий хусусиятлари. Тадқиқ этиш усуллари ва юқори глиноземли керамик массанинг пишиш жараёнлари»** деб номланган иккинчи бобида тажриба намуналарининг физик-кимёвий тадқиқининг замонавий усуллари, юқори глиноземли омухта технологик хусусиятларининг бошланғич хомашё компонентларининг таркиби ва миқдорига функционал боғлиқлигини аниқлаш учун фойдаланилган усулна ва асбоблар келтирилган. Ўрганиш учун тажриба намуналари, керамика технологиясининг қовушқоқ қолиплаш усули бўйича лаборатория печларида 1000-1400°C ҳарорат оралигида куйдириш йўли билан олинди. Физик-кимёвий хусусиятлари ва юқори ҳароратдаги фазавий ўтишлари физик-кимёвий таҳлил усуллари билан ўрганилди. Тажриба намуналари асосий технологик кўрсаткичларини аниқлаш учун керамика технологиясининг амалдаги бир қатор стандарт талабларга мос равишда тайёрланди ва синовдан ўтказилди.

**«Юқори глиноземли масса учун хомашё материалларининг физик-кимёвий тадқиқи. Қаттиқ фазадаги реакция жараёнлари ва тажриба намуналарининг физик-механик хусусиятлари. Майдаловчи жисмлар учун омухта таркибларини ишлаб чиқиш»** деб номланган диссертациянинг учинчи бобида Республикада мавжуд бўлган гилсимон хомашё ва иккиламчи ресурсларининг хусусиятлари тўғрисида маълумотлар келтирилган. Юқори глиноземли майдаловчи жисмлар учун асосий хомашё бўлиб, каолинлар ва газни қайта ишлаш соҳасининг глиноземтаркибли ишлатилган катализатор чиқиндилари, ҳамда силикат саноатининг истиқболли хомашё ресурслари бўлган, лейкократ гранити, кварц қуми, доломит ва бентонитларининг ҳисобланиши кўрсатилган.

Ушбу ишда юқори глиноземли майдаловчи жисмларолиш учун «Ангренкаолини» МЧЖнинг АКС-30, АКФ-78 маркали, ва «Альянс» каолинлари, Шўртан газкимёвий мажмуасининг (ШГКМ) глинозем таркибли чиқиндиси, Қарғали лейкократ гранити, Яккабоғ кварц қуми, Музбулоқ доломити ва Косон бентонитларидан фойдаланилди, уларнинг кимёвий

таҳлил натижалари 1-жадвалда келтирилган. 1-Жадвалдан кўриниб турибдики, каолин хомашё ресурсларидаги алюминий оксидининг миқдори, юқори глиноземли масса олиш учун етарли эмас. Бунга боғлиқ равишда, каолин хомашёсидаги глинозем миқдорини кўпайтириш учун газни қайта ишлашдаги глинозем таркибли чиқиндиси қўшилди. Шунини таъкидлаш лозимки, керамик материаллар ишлаб чиқаришда дала шпати ва уларнинг ўрнини босувчи минераллар муҳим аҳамиятга эга.

### 1-Жадвал

#### Ўрганилаётган хомашё материалларининг кимёвий таҳлил натижалари

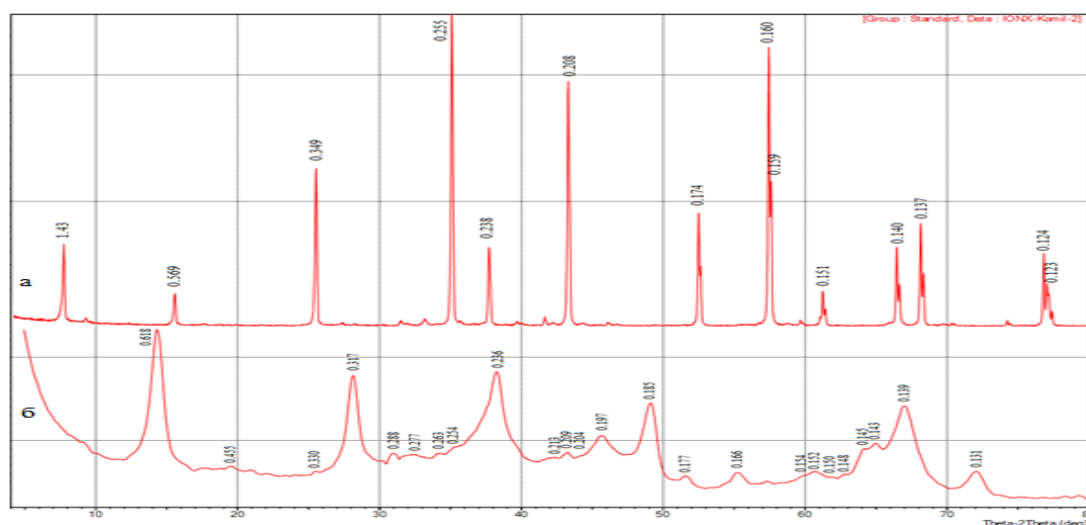
Хомашё номи	Оксидларнинг миқдори, масс. %									КЙ, %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> умум.	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub> умум.	
AKF-78 каолини	57,42	26,50	0,68	0,50	<0,30	1,15	0,47	0,16	1,31	12,02
AKC-30 каолини	51,72	31,96	0,57	0,52	<0,30	1,05	0,06	0,31	0,32	12,53
Бойитилган Альянс каолини	51,25	34,80	0,49	0,31	0,38	0,46	0,22	1,41	0,47	10,19
Куйдирлган (1300°C) ШГКМ- нинг глиноземли чиқиндиси	1,35	96,11	0,90	0,34	0,68	0,35	0,20	0,05	0,001	0
Қарғали лейко- крат гранити	71,88	13,55	0,64	0,04	0,92	1,12	2,45	8,54	<0,01	0,86
Яккабоғ кварц куми	97,45	0,10	0,35	-	0,15	0,28	0,64	0,04	<0,01	1,02
Музбулоқ доломити	1,25	0,65	0,38	0,03	21,17	29,84	0,04	0,08	<0,01	45,91
Косон бентонити	55,83	17,64	5,39	0,72	0,20	1,26	2,70	2,64	0,84	12,30

Изоҳ: Қиздиришдаги йўқотишларга (КЙ) гигроскопик, конституцион, кристалланган сувлар ҳамда органик, учувчи моддалар ва углерод (IV) оксид киради.

Шу муносабат билан, дала шпати минералининг ўрнини босувчи, керамик масса компонентларининг реакция қобилятини яхшиловчи - Қарғали кони лейкократ гранити алоҳида қизиқиш уйғотади. Керамик намунадаги қисқариш ва ёриқлар ҳосил бўлишини йўқотиш учун, қуруқ компонент сифатида омухта таркибига Яккабоғ кони кварц куми киритилди. Яна юқори глиноземли массанинг пишишини яхшилаш ва пишиш ҳароратини пасайтириш учун Музбулоқ кони доломити ва керамик массани қовушқоқловчи ва боғловчи компоненти сифатида Косон кони бентонитларидан фойдаланилди.

Тадқиқ этилаётган маркадаги Ангрен ва Альянс каолинларининг рентгенографик таҳлили) асосий жинс ҳосил қилувчи минераллар каолинит ( $d=0,712; 0,436; 0,357; 0,272; 0,249; 0,233; 0,229; 0,199; 0,178$  нм) ва қуйи ҳароратли  $\beta$ -кварц ( $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,224; 0,212; 0,198; 0,181; 0,154; 0,138; 0,137$  нм) эканлигини кўрсатади. Шўртон ГKM юқори

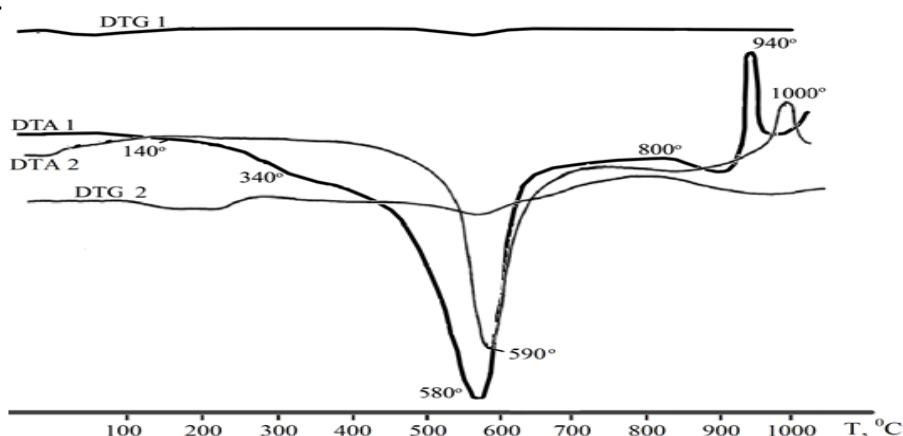
глиноземли чиқиндиси намунасининг рентгенограммасида (1б-расм) асосан  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  чизиқларнинг дифракция расмини ва алюминий гидроксидига тегишли бўлган унча юқори бўлмаган жадаллашишларни намоиш этади.



**1-Расм. Юқори глиноземли чиқиндининг куйдирилган (а) ва бошланғич намуналарининг (б) рентгенограммалари**

Шўртон ГKM глиноземли чиқиндисининг  $1300^\circ\text{C}$  ҳароратида куйдирилган намуналарининг рентгенофазавий таҳлил (1а-расм) натижалари юқори глиноземли керамик материалларнинг асосий кристалл фазалари бўлган корунд минерали термик қайта ишлашнинг асосий маҳсулотлари ҳисобланишини кўрсатади.

AKF-78 ва Альянс каолинларининг дифференциал-термик таҳлили (2-расм) ўхшаш бўлиб, олинган эгри чизиқларида иккитадан эндо ва экзоэффектлар кузатилади.  $580^\circ\text{C}$  и  $610^\circ\text{C}$  ҳароратларга мос келган эндоэффектлар кристаллизация сувининг чиқишига боғлиқ бўлиб, ушбу ҳароратлардаги жадаллашган эндотермик реакция каолинитнинг куйдиришдаги йўқотишига мос келади ва минералларни яхши даражада кристалланганлигини кўрсатади.  $840^\circ\text{C}$  ҳароратдаги унча сезиларли бўлмаган эндоэффектнинг юзага келиши каолиндаги гилсимон минералларнинг парчаланишига боғлиқдир. AKF-78 ва Альянс каолинларида мос равишда  $340^\circ\text{C}$  ва  $265^\circ\text{C}$  ҳароратларда ҳосил бўлган эндоэффектлар каолинлардаги органик моддалар оксидланиши туфайли юзага келган.  $900^\circ\text{C}$  и  $940^\circ\text{C}$  ҳароратларидаги экзоэффектлар каолинит структурасини парчаланишига боғлиқдир.



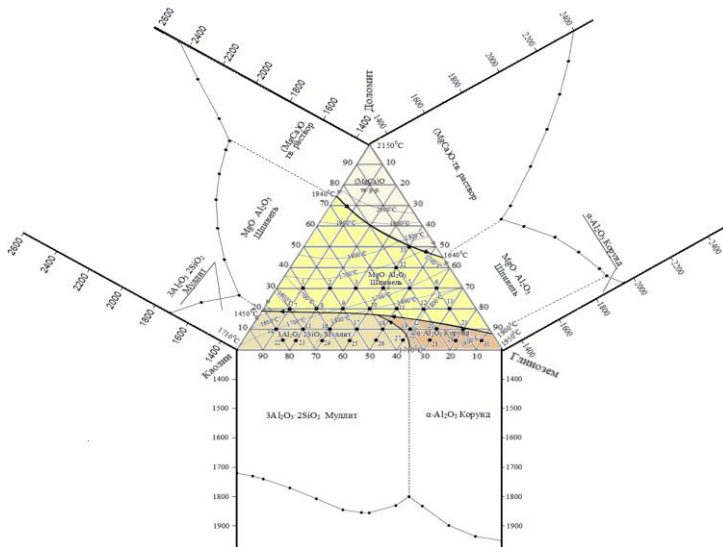
## 2-Расм. АКФ-78 маркали (1) ва Альянс (2) каолинларининг ДТА эгри чизиклари

Қарғали лейкократ гранитининг ИҚ спектроскопик таҳлил натижалари  $700-800\text{см}^{-1}$  соҳасида микроклин борлигини тасдиқловчи ўртача жадаллашиш билан иккита ютиш чегарасининг мавжудлигини кўрсатади.  $1080-1110\text{см}^{-1}$  тўлқин узунлигидаги соҳада кучсиз ифодаланган дублет ҳам бунини тасдиқлайди.

Яккабоғ кварц кумининг ИҚ ютишида (3б) ўрганишда 459, 508, 695, 777,  $1086\text{см}^{-1}$  тулича жадаллашган ютиш чегараларининг кварцга мос келишини,  $796\text{см}^{-1}$  ютиш чегарасини эса калийли дала шпатига тегишли эканлигини кўрсатган. Лейкократ гранити ва кварц куми ИҚ спектрларида 450 дан  $1110\text{см}^{-1}$  гача ораликда мавжуд бўлган кенг частотали чегара, каркасли силикатлар учун хос бўлиб, O-Si-O тетраэдр боғининг валент тебранишини акс эттиради.

Қарғали лейкократ гранитининг  $1300^{\circ}\text{C}$  ҳароратда куйдирилган намуналарининг электрон-микроскоп тадқиқининг кўрсатишича, ҳарорат ортиши билан янги ҳосил бўлиш жараёнлари юзага келиш натижасида ҳосил бўлган волластонит, силлиманит, анортит,  $\alpha$ -кварца ва кристобалит янги кристалл фазаларидан ташкил топганлиги кўриш мумкин. Яккабоғ кварц кумининг растр электрон-микроскопик расми нотўғри шаклдаги ёки калта призмали доналар кўринишида намоён этган. Кристалларнинг юзаси силлиқ бўлиб, четлари пастга қараган. Кристалларнинг ўлчамлари бир хил бўлиб, 150-200 микронни ташкил этади.

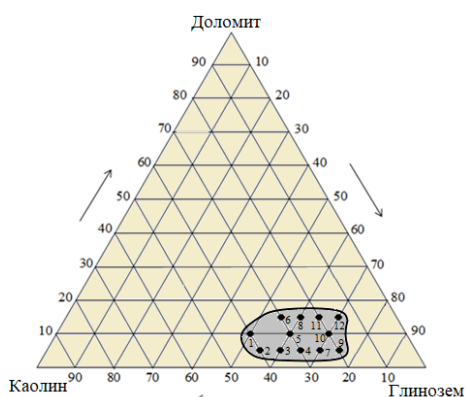
Функционал механик хоссаларга эга бўлган керамика технологияси учун, мураккаб кўп компонентли алюмосиликат системаларидаги фазавий муносабатларни ўрганиш муҳим амалий аҳамиятга эгадир. Алюмосиликат оксидлари ва улардан ҳосил бўлган фазалар бир қатор ноорганик материалларнинг моддий таркибларини аниқлайди. Бунга боғлиқ равишда, каолин, доломит ва глинозем таркибли чиқиндилар орасидаги ўзаро фазавий муносабатларни тадқиқ этиш, юқори ҳароратли фазавий муносабатларни ва керамик материалларнинг механик мустаҳкамлигини баҳолашга имкон беради. Таъкидлаш лозимки, алюмосиликат минералларининг кенг концентрация соҳаларида мавжуд бўлишининг ойдинлашиши, «каолин-доломит-глинозем таркибли чиқинди» ўзаро учламчи системасида таркибларнинг хоссаларини ўрганишда олинган натижаларни умумлаштиришга имкон беради. 3-Расмда иккиламчи система изотермик чизикларини кўрсатиш орқали, политермик кесимларга эга бўлган учламчи системанинг эриш диаграммаси келтирилган.



**3-Расм. Иккиламчи политемик кесимли «каолин – глиноземли чиқинди – доломит» учламчи системанинг эриш диаграммаси**

Шундай қилиб, каолин, глинозем таркибли чиқинди ва доломит асосидаги учламчи диаграммада эриш изотермаларини жойлашиш хусусияти, учбурчак ички таркибларининг соҳаларида янги ҳосил бўлиш жараёнини тарқалишини, ҳамда муллит, корунд, шпинел, анортит минералларининг кристалл фазаларини кўрсатади.

Юқори глиноземли керамик массада турли вариантдаги рецептура таркибли омукталарни (4-расм) тузиш ва уларнинг технологик амалга ошириш учун кимёвий-минералогик хусусиятлари бўйича илмий ёндашишлардан фойдаланилди.



**4-Расм. «Каолин-глиноземтаркибли чиқинди-доломит» учламчи системаси асосидаги макбул таркибларнинг соҳалари**

Ўрганилган учламчи композиция асосидаги қуйдирилган намуналарнинг физик-механик хоссалари тадқиқ этилган. Бунда, массага доломит қўшилганда, каолин ва глинозем орасидаги суюқ фаза микдорининг ортиши юзага келади, бу эса паст ҳароратларда уларнинг кимёвий реакцияга киришишга ва максимал зичлик ва мустаҳкамликка эга бўлган яхши пишган масса олиш имконини беради. Тажриба намуналарининг физик-техник хоссалари бўйича олинган натижалари юқори глиноземли масса учун стандарт талабларга мос келади (2-жадвал).

**2-Жадвал**

**«Каолин-глинозем таркибли компонент-доломит» композицияси асосидаги қуйдирилган намуналарнинг физик-механик хоссалари**

Намуна индекси	Умумий қисқариш, %	Сув шимувчанлик, %	Зичлик, кг/м <sup>3</sup>	Умумий ғоваклик, %	Сиқилишдаги мустаҳкамлик, МПа
КГД-1	10,8	5,3	2,15·3 <sup>10</sup>	12,2	25,8

КГД-2	11,5	4,9	$2,28 \cdot 3^{10}$	11,6	27,4
КГД-3	11,9	4,6	$2,31 \cdot 3^{10}$	11,1	27,6
КГД-4	12,0	4,4	$2,34 \cdot 3^{10}$	10,8	27,9
КГД-5	12,2	4,2	$2,44 \cdot 3^{10}$	11,2	29,3
КГД-6	12,9	3,8	$2,61 \cdot 3^{10}$	10,5	32,6
КГД-7	12,8	3,9	$2,54 \cdot 3^{10}$	10,5	32,6
КГД-8	13,1	3,7	$2,64 \cdot 3^{10}$	10,2	33,4
КГД-9	12,8	4,2	$2,53 \cdot 3^{10}$	10,9	32,5
КГД-10	13,0	3,5	$2,68 \cdot 3^{10}$	9,7	33,4
КГД-11	12,5	3,2	$2,71 \cdot 3^{10}$	9,3	34,6
КГД-12	12,0	2,8	$2,85 \cdot 3^{10}$	8,5	35,8

Юқори глиноземли керамик массададан майдаловчи жисм олиш учун, бошланғич компонентларининг турли нисбатлари билан, бир қатор серияли омухта таркиблари тайёрланди (3-жадвал).

### 3-Жадвал

#### Майдаловчи жисм учун тажриба массаларининг омухта таркиблари

Компонентлар	Компонентларнинг масса таркиблари, %									
	М-1	М-2	М-3	М-4	М-5	М-6	М-7	М-8	М-9	М-10
АКФ-78 каолини	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АКС-30 каолини	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Альянс каолини	-	-	20	15	18	10	-	20	26	20
Куйдирилган Альянс	-	-	-	-	-	30	40	-	-	-
ШГКМ (1300°C) чиқиндиси	50	50	50	60	70	50	40	65	60	60
Қарғали гранити	10	10	10	10	3	3	5	7	8	10
Яккабоғ кварц куми	10	10	10	7	3	2	-	3	-	3
Музбулоқ доломити	5	5	5	5	3	2	10	3	3	5
Косон бентонити	5	5	5	3	3	3	5	2	3	2

Таъкидлаш лозимки,  $Al_2O_3$ ни  $\gamma$ -формадан  $\alpha$ -формага полиморф ўтишини таъминлаш учун, глинозем таркибли чиқинди, 1300°C ҳароратда 2 соат давомида ушлаб туриб куйдирилди, натижада алюминий оксидининг миқдори 95 масс.% дан кўп бўлган глиноземнинг  $\alpha$ -формаси олинди. Тажриба намуналарининг пишиш даражасини баҳолаш учун физик-механик хоссалари аниқланди. Ҳароратнинг 1300°C дан 1400°C гача ортиши тажриба намуналарининг яхши пишишига, натижада уларнинг физик-механик хусусиятларини яхшиланишга олиб келиши аниқланди. Механик мустаҳкамлиги 250 МПа бўлган М-5 намунаси нисбатан юқори кўрсаткични намоён этди. Шунингдек, 1400°C ҳароратда куйдирилган М-8, М-9, М-10 намуналар ҳам мустаҳкамликнинг нисбатан юқори кўрсаткичларини намоён этдилар. М-6 таркибли намуна, 30 масс.% миқдорда куйдирилган Альянс каолинидан таркиб топгани учун, куйдиришдаги йўқотиш қийматининг энг кичик миқдорига эга бўлди ва шунинг учун 1400°C ҳароратда куйдирилган

ушбу намунанинг умумий қисқариши 0,08% ни ташкил этди. Куйдиришда энг кўп йўқотиш кўрсаткичларига эга бўлган М-1, М-2, М-3 намуналар, таркибида 20 масс.% дан кўп бойитилган Ангрен каолинидан таркиб топганларидир. М-7 намунаси 40 масс.% миқдордаги куйдирилган Альянс каолинидан таркиб топган бўлишига қарамай, аралашмадаги доломитнинг диссоциацияси туфайли куйдиришдаги йўқотишнинг нисбатан юқори қийматига эга бўлди.

Шундай қилиб, ҳамма куйдирилган тажриба намуналари юқори глиноземли керамик материалларнинг меъёрий қийматлари бўйича ГОСТ 20419-83 талабларига жавоб беради ва «600 –глиноземли материал» гуруҳига мос келади. Таъкидлаш лозимки, алюминий оксидининг миқдорига мос равишда ва физик-механик хоссаларининг кўрсаткичлари бўйича М-1, М-2, М-3, М-4, М-6, М-7 тажриба намуналари муллитли керамикага, М-5, М-8, М-9, М-10 тажриба намуналари эса муллиткорундли керамикага мос келади.

Диссертациянинг «**Юқори глиноземли майдаловчи жисмлар таркибларини, режимларини мақбуллаштириш ва ишлаб чиқариш технологиясини яратиш. Тажриба ишлаб чиқариш синовлари ва жорий этишга тавсиялар**» деб номланган тўртинчи бобида юқори глиноземли жисмларнинг таркибларини ва олишнинг технологик режимларини мақбуллаштириш бўйича ишланма натижалари келтирилган, ҳамда уларни келгусида ишлаб чиқаришни саноатда аниқ ўзлаштиришга имкон берувчи йўналиш танланган.

Олинган ишончли тажриба маълумотларига асосан, М-5, М-8, М-9, М-10 массалардан олинган намуналар, куйдирилгандан сўнг нисбатан етарлича бўлган юқори хосса кўрсаткичларини ва пишиш жараёнларини намоён этади. Мисол сифатида, 40масс.% куйдирилган Альянс каолинидан ташкил топган М-7 таркиб ҳам танланган. Ушбу массалардан кейинчалик технологик тадқиқ этиш учун майдаловчи жисмлар тайёрланди. «Бекабад-огнеупор» ҚК ишлаб чиқариш шароитида майдаловчи жисмларнинг ҳар биридан 100 кг миқдоридаги партияси куйдирилди. Ишлаб чиқариш шароитида олинган намуналар ГОСТ 20419-83 талаблари бўйича физик-механик ва технологик хусусиятларини синаш ишлари бажарилди (4-жадвал).

#### 4-Жадвал

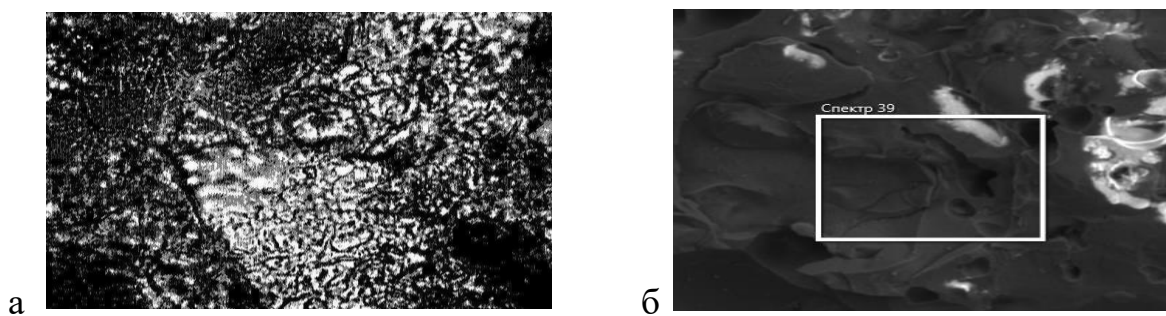
##### Стандарт ва ишлаб чиқилган муллитокорундли майдаловчи жисмларнинг кимёвий таркиблари ва физик-механик хусусиятлари

Кўрсаткичлар номи	ГОСТ 20419-83	Ишлаб чиқилган мақбул таркиблар				
		М-5	М-7	М-8	М-9	М-10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> миқдори, (%)	73-75	77,19	58,50	74,18	71,66	69,04
SiO <sub>2</sub> миқдори, (%)	<20-23	17,83	31,87	21,21	22,66	23,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, CaO, K <sub>2</sub> O, ва бош. миқдори, (%)	2,0-7,0	4,98	9,63	4,61	5,68	7,71
Зичлик, г/см <sup>-3</sup> , кам эмас	3,40	3,45	3,25	3,40	3,38	3,24
Ёпиқ ғоваклик, кўп эмас, %	2,00	1,61	1,32	1,72	1,91	1,97
Сув шимувчанлик, кўп эмас, %	0,10	0,09	0,13	0,09	0,14	0,16





тўрсимон структурани ҳосил қилади. Боғловчи фаза бўлиб, кристалл ва 1-3% шиша фаза кўринишидаги корунднинг цементловчи донаси ҳисобланади.



**6-Расм. М-5 майдаловчи жисм намунасининг петрографик (а, кат.х40) ва растр электрон-микроскопик (б, кат.х100  $\mu\text{m}$ ) расмлари**

Таркиб бўйича шиша кўринишидаги фазанинг бир жинсли эмаслиги кузатилади. Майдаловчи жисм намуналари думолоқ кўринишда йиғилган, материал ҳажми бўйича тарқалган 1% дан кам миқдордаги ёпик ғовакликни намоён этади. Растр электрон-микроскоп таҳлил маълумотлари бўйича кимёвий элементларнинг миқдорлари, (%) Al - 40,87, Si - 8,32, Ca - 0,97, Mg - 0,77, O - 49,06 таркиб топган. Демак, кимёвий, рентгенофазавий, петрографик ва растр электрон-микроскопик таҳлил натижалари майдаловчи жисм тажриба намунасини 1400°C ҳароратда тўла пишганлигини кўрсатади.

Олиб борилган тадқиқотлар асосида юқори глиноземли ноорганик хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиб, майдаловчи жисмлар олиш технологияси ишлаб чиқилди. Ушбу технологиянинг ўзига хос хусусияти бўлиб, хомашё компонентларининг янги рецептура таркиби ва глинозем таркибли чиқиндини дастлабки куйдириш натижасида алюминий оксидининг ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) юқори ҳароратли модификацион ўтишининг юзага келишидир.

Ишлаб чиқилган технология хомашё материалларни тайёрлашни, дозалашни, шарли тегирмонда №0056 тўрдаги қолдиқ миқдори 0,07% гача майин туйишни, майдаловчи жисм ярим маҳсулотини керакли ўлчамдаги цилиндр шаклида қолиплашларни ўз ичига олади. Қуритилгандан сўнг майдаловчи жисмлар 1400°C ҳароратда куйдирилганда яхши пишган, зич ва юқори мустаҳкамликка эга намуна эканликларини намоён қилди.

Маълумки, амалдаги технология бўйича муллиткорундли майдаловчи жисмларни кераклича пишириш учун 1550°Cдан юқори ҳарорат талаб этилади. Ушбу ишда ишлаб чиқилган омухта таркибидаги бошланғич хомашё материалларини танлаш ва улар заррачаларининг дисперслигини ошириш, минераллаштирувчи ва суюқ фаза ҳосил қилувчи қўшимчаларни киритиш ҳисобига, 1400°C ҳароратда пиширишга эришилганлиги кўрсатилган. Муллит таркибли юқори глиноземли майдаловчи жисмларнинг ушбу технология бўйича «Бекобод-огнеупор» ҚҚда олинган тажриба-ишлаб чиқариш намуналари ГОСТ 20419-83 талабларга жавоб беради. Ишлаб чиқилган таркибдаги майдаловчи жисмларни жорий этишдаги иқтисодий самарадорлик 880 АҚШ долларини ташкил этади.

Шуни таъкидлаш лозимки, майдаловчи жисмлар учун муҳим технологик кўрсаткич бўлиб, тегирмонда хомашё материалларини майдалаб туйиш жараёнидаги емирилиши (ишқаланиш) ҳисобланади. Бунга боғлиқ равишда, ишлаб чиқилган керамик майдаловчи жисмларни емирилиш даражасини аниқлаш ва туйиш қобилятини баҳолаш учун «CERAMIC PLUS» ва «KERAMIKA-OGNEUPOR» МЧЖ корхоналари ишлаб чиқариш шароитида шарли тегирмонда кварц кумини ва глазур фриттасини туйиш ишлари олиб борилди. Ишқаланишни солиштириш учун саноатда қўлланиладиган «Электрокерамика» ОАЖда (Россия) ишлаб чиқарилган, таркибида алюминий оксидининг миқдори 73-75 масс.% бўлган юқори глиноземли майдаловчи жисмлардан фойдаланилди. Алюминий оксидининг миқдори ўхшаш бўлган намуна М-8 ҳисобланади. М-5 намунасида алюминий оксидининг миқдори 77,19 масс.% ни ташкил этади, бу эса четдан келтирилган билан солиштирганда ундан устунликка эгадир.

Олинган далилий маълумотлар ишлаб чиқилган намунаси М-5 ва «Электрокерамика» ОАЖнинг майдаловчи жисмларининг ишқаланиш тезлиги амалда бир хил бўлиб, мос равишда  $10,21 \cdot 10^{-3}$  %/соат ва  $10,10 \cdot 10^{-3}$  %/соатни ташкил этади. Майдалаш динамикаси пардозбоп кошин учун кварц куми ва глазур фриттасини майдалашда вақт давомида солиштира юзанинг ўзгариши бўйича таснифланади. Бунда 18 соатгача бўлган вақт давомида иккала ҳолатда ҳам майдаланаётган материал энг катта тезлиги билан солиштира юзанинг ўсиши кузатилади. Майдаловчи жисмларнинг ишлаб чиқилган тажриба намунасининг ишқаланиш ва туйиш қобилятини аниқлаш бўйича тажриба тадқиқотлари натижасида майдаловчи жисмларнинг ишлаб чиқилган намунаси ўзининг эксплуатация хусусиятлари бўйича четдан келтириладиганлари билан ўхшашдир.

Шундай қилиб, олинган маълумотларга асосан, ишлаб чиқилган юқори глиноземли керамик материал ҳамма зарурий талабларга мос келади ва туйиш агрегатларининг футерловчи элементлари, жумладан шарли тегирмонларда ва майдаловчи жисмлар олиш учун тавсия этиш мумкин.

## ХУЛОСА

Диссертация бажарилишида олинган илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. АКС-30, АКФ-78 маркали, Альянс кони бойитилган каолинлари, Шўртон газокимёвий мажмуаси глинозем таркибли чиқиндиси, Қарғали лейкократ гранити, Яккабоғ кварц куми, Музбулоқ доломити ва Косон бентонитлари асосидаги керамик масса хомашё ва куйдирилган намуналарининг таркиблари, кимёвий-минералогик, физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш орқали юқори глиноземли майдаловчи жисм таркибларини ишлаб чиқиш учун истиқболли маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар танлаб олинган. Замонавий физик-кимёвий тадқиқ усуллари ва керамика технологиясининг синфий текшириш усуллари ёрдамида, хомашё компонентларининг термик қайта ишлашдаги жараёнлар ойдинлаштирилган.

2. «Каолин-глинозем таркибли компонент-доломит» учламчи система композицияси асосидаги тажриба намуналарининг куйдиришнинг турли босқичларида борадиган қаттиқ фазага реакция, пишиш жараёнлари ва фазавий термик ўтишлар тадқиқ этилган. Учламчи диаграммада майдаловчи жисмлар учун юқори глиноземли массанинг ҳосил бўлиш соҳалари аниқланган. Ўрганилаётган таркибларда куйдириш хомашё бошланғич минералларининг фазавий ўтишлари билан биргаликда куйдирилган сополакда, тайёр материал учун зарурий физик-механик ва эксплуатация хоссаларини берувчи муллит, корунд, волластонит минераллари, ҳамда кам миқдорда анортит ва шиша кўринишидаги аморф фазага, янги ҳосил бўлишларга олиб келиши аниқланган. Куйдирилган намуналар физик-механик хоссаларининг, уларнинг таркибига, термик қайта ишлашнинг ҳарорат режимига боғлиқлиги кўрсатилган.
3. Юқори глиноземли майдаловчи жисмлар учун тажриба намуналарининг бир қатор омухта таркиблари ишлаб чиқилган ва 1300°C ва 1400°C ҳароратларда мос равишда куйдирилган намуналарнинг физик-механик хусусиятлари тадқиқ этилган. Майдаловчи жисмлар учун ишлаб чиқилган таркиблардаги юқори глиноземли массали пишган тажриба намуналарининг кимёвий-минералогик таркиблари, физик-кимёвий, физик-механик ва технологик режимлари тавсия этилган.
4. Майдаловчи жисмлар учун керамик массанинг омухта таркиблари ва технологик режимлари мақбуллаштирилган. Маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида, стандарт талабларга жавоб берувчи майдаловчи жисмлар учун юқори глиноземли массанинг импорт ўрнини босувчи таркибларини ишлаб чиқишда реал имкониятлар мавжудлиги кўрсатилган. Муллиткорундли майдаловчи жисмларни пишириш учун 1550°C юқори ҳарорат талаб қилинар эди, ишлаб чиқилган омухта таркибидаги бошланғич хомашё материалларини танлаш ва улар заррачаларининг дисперслигини ошириш, минераллаштирувчи ва суюқ фаза ҳосил қилувчи қўшимчаларни киритиш ҳисобига, 1400°C ҳароратда пишириш имконияти кўрсатилган.
5. «Бекабод-огнеупор» ҚҚ шароитида майдаловчи жисмлар учун ишлаб чиқилган М-5 юқори глиноземли массанинг ишлаб чиқаришда тажриба синовлари ўтказилган. Юқори глиноземли майдаловчи жисмларни ишлаб чиқаришдаги иқтисодий самарадорликнинг ҳисоби тоннасига 880 АҚШ долларини ташкил қилиши кўрсатилган.
6. Ишқаланишга юқори мустаҳкамликка эга, физик-техник хоссалари ГОСТ 20419-83 талабларига жавоб берувчи керамик майдаловчи жисмларнинг ишлаб чиқариш технологияси яратилган ва «Бекабод-огнеупор» ҚҚ шароитида ишлаб чиқаришга жорий этилган. Синалган майдаловчи жисмларнинг кимёвий-минералогик таркиблари, физик-механик, технологик ва эксплуатация хусусиятлари аниқланган бўлиб, 1400°C пишиш ҳарорати,  $3,45 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> ўртача зичлиги, 1,6 % ёпиқ ғоваклиги, 57 МПа сиқилишдаги мустаҳкамлиги, соатига 0,007% ишқаланишлари билан таснифланган.

7. «CERAMICS PLUS» ва «КЕРАМИКА-ОГНЕУПОР» МЧЖ шароитларида кварц қуми ва глазур фриттасини майдалаш орқали, ишлаб чиқилган майдаловчи жисмлар тажриба намунасини емирилишга мустаҳкамлигини аниқлаш бўйича синов олиб борилди. Ишлаб чиқилган юқори мустаҳкамликка эга майдаловчи жисмлар намунасининг ўзининг емирилишга мустаҳкамлиги ва туйиш қобилияти бўйича импорт қилинадиган майдаловчи жисмларга ўхшашлиги билан изоҳланади.
8. Шундай қилиб, олинган маълумотларга асосан, ишлаб чиқилган юқори глиноземли керамик материал физик-кимёвий, технологик ва эксплуатация хоссалари бўйича ҳамма зарурий талабларга мос келган ва туйиш агрегатларининг футерловчи элементлари ва майдаловчи жисмлар олиш учун ишлаб чиқаришга жорий этилган. Майдаловчи жисмлар ишлаб чиқариш учун маҳаллий хомашё базаси ва иккиламчи ресурслардан кенг фойдаланиш имкониятлари аниқланган бўлиб, ишлаб чиқилган технологиядан оқилона фойдаланиш ва ўзлаштириш импорт ўрнини босувчи ушбу турдаги маҳсулотларни ишлаб чиқаришни яратиш имкониятини беради.

**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**

**ЭМИНОВ АФЗАЛ АШРАПОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ НА  
ОСНОВЕ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

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

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

**Ташкент – 2020**



Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2019.4.PhD/T643

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).)

Научный руководитель: **Искандарова М.И.**  
доктор технических наук, профессор

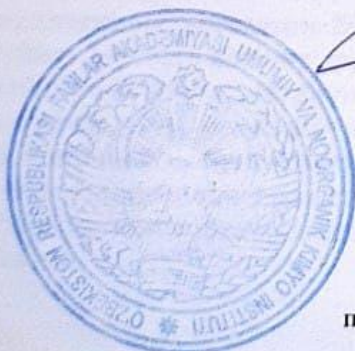
Официальные оппоненты: **Жуманиязов М.Ж.**,  
доктор технических наук, профессор  
**Юнусов М.Ю.**  
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Наманганский инженерно-технологический институт**

Защита состоится «30» ноября 2020 г. в «15<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета 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: [ionxanruiz@mail.ru](mailto:ionxanruiz@mail.ru)

Диссертация зарегистрирована в библиотеке Института общей и неорганической химии за № 19, 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 «17» ноября 2020 года.  
(реестр протокола рассылки № 19 от «17» ноября 2020 г.)



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

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

**С.А.Абдурахимов**  
Председатель Научного семинара при Научном совете  
по присуждению учёной степени доктора наук, д.т.н., проф.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и необходимость диссертационной темы.** Во многих отраслях промышленности мировой экономики необходимо использовать субстанции с наименьшими размерами частиц. Для этого всегда используются помольные оборудования, основной частью которых являются мелющие тела. Мелющие тела в основном изготавливаются из высокоглиноземистого керамического материала с различной конфигурацией, загружаются в камеры мельниц с целью тонкого и супертонкого помола различных компонентов получаемого изделия. Дисперсность размалываемого материала зависит, как для жидкого, так и для сухого типов измельчения от требований, необходимых в фармацевтической, химической, керамической, стекольной, горно-химической, горнорудной и ряда других отраслей промышленности. Исходя из этого является актуальным и приоритетным направлением производство керамических мелющих тел с заданными свойствами, интенсифицирующие процессы помола, повышающие эффективность измельчения материала с минимальными энергозатратами. В связи с этим во всем мире уделяется особое внимание вопросам разработки составов и инновационных технологий получения высокоглиноземистых мелющих тел с низкой температурой обжига, которая является актуальной задачей для вышеуказанных производственных отраслей.

В настоящее время, в мире необходимо обосновать нижеследующих научных решений по производству керамических мелющих тел, позволяющих интенсификацию процесса помола с минимальным расходом энергии, повышающих степень измельчения материала: управление физико-химических процессов при обжиге сырьевой шихты для спекания высокоглиноземистой массы при высоких температур; обоснование влияния дисперсности основных сырьевых компонентов шихты и их количества на формирование новых кристаллических фаз, установление технологического режима фазовых превращений исходных веществ с образованием минералов муллита, корунда и анортита.

В республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по разработке составов и технологии получения мелющих тел с пониженной температурой спекания на основе местных и вторичных сырьевых ресурсов, 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 разработка энергосберегающих составов и востребованных керамических мелющих тел на основе местного природного и вторичного сырья.

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»



Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента 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 источниках широко освещены вопросы, посвященные разработке составов и технологий получения высокоглиноземистых, мелющих тел на основе минерально-сырьевых и вторичных ресурсов, также улучшению их физико-механических и технологических свойств.

На кафедрах Российского химико-технологического университета им.Менделеева под руководством проф. Е.С.Лукина проведены научные исследования по разработке составов керамических мелющих тел с пониженной температурой спекания. В Белорусском Государственном технологическом университете, совместно Томском политехническим университетом (Урал, Россия) под руководством проф. В.М.Погребенкова исследованы влияние модифицирующих добавок на физико-технические свойства муллито-кордиеритовой керамики. Также под руководством Р.Ю.Попова разработаны составы и технологические параметры производства износостойких керамических материалов способом полусухого прессования. В Пражском (Чехия) и Лиможском университете (Франция) золь гель методом исследовано взаимодействие минерала муллита с оксидами в высокоглиноземистом сырье. В научно-исследовательских лабораториях Института новых материалов и технологий при Уральском Федеральном университете под руководством проф.И.Д.Кашеева (Россия), Харьковском политехническом институте при университете Украинских Национальных технологий проводятся научно-исследовательские работы по получению и разработке составов и технологии производства высокоглиноземистых керамических материалов на основе каолинового и тугоплавкого глинистого сырья.

Проф. Н.А.Сиражиддиновым и проф. Ф.Х.Таджиевым проведены ряд научно-исследовательских работ по получению керамических материалов на основе Ангренского каолинового сырья. В научно-исследовательских лабораториях Института общей и неорганической химии и Института Материаловедения АН РУз, проведены ряд исследований по получению высокоглиноземистых шамотных кирпичей на основе Ангренских каолинов с использованием отработанных катализаторов нефтегазоперерабатывающей отрасли Республики. Следует отметить, что в Республике Узбекистан не имеются предприятия по производству высокоглиноземистых мелющих тел, в том числе уралитовых, корундовых, муллитокорундовых, фарфоровых, в связи с недостаточной изученностью отечественных сырьевых и вторичных ресурсов.

Таким образом, в Республике отсутствует достоверная информация по разработке энергосберегающих составов востребованных видов высокоглиноземистых мелющих тел, с технологическими, практическими, экономическими и экологическими исследованиями, на основе отечественных сырьевых ресурсов.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, выполняемыми в организации, где выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии и выполнена по темам научно-технических и фундаментальных проектов П-3-20170920189 «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения теплоизоляционно-огнеупорных и керамических материалов путем комплексной переработки нерудных сырьевых и вторичных ресурсов» (2018-2020гг.) и №Т.3-16 «Закономерности фазовых превращений в поликомпонентных системах с участием щелочноземельных бентонитов в твердом состоянии» (2016-2017гг.).

**Целью исследования** является разработка составов и технологии получения мелющих тел с пониженной температурой спекания на основе отечественных сырьевых и вторичных ресурсов.

**Задачи исследования.**

определение химико-минералогических и гранулометрических составов, высокотемпературных фазовых переходов, физико-химических процессов и технологических свойств глинистых сырьевых ресурсов;

исследование процесса спекания и твердофазных реакций в композиции «каолин-глинозем-доломит»;

установление функциональной зависимости свойств высокоглиноземистых масс, от их компонентного состава и режима обжига;

физико-химические, физико-механические и эксплуатационные характеристики опытных образцов высокоглиноземистых масс;

разработка оптимальных составов мелющих тел на основе каолина, глиноземсодержащего сырья с плавнеобразующими добавками и изучение их технологических свойств на процесс истираемости;

апробация результатов исследований путем проведения опытно-производственных испытаний разработанных мелющих тел и определение эффективности их использования в производстве;

составление технической документации для производства мелющих тел из нового разработанного состава высокоглиноземистой массы.

**Объектами исследования** являются обогащенные каолины марки АКФ-78 и АКС-30, Альянс, Каргалийский лейкократовый гранит, Яккабагский кварцевый песок, Музбулакский доломит, Касанский бентонит, глиноземсодержащие отходы газопереработки и опытные образцы.

**Предметы исследования.** Изучение физико-химических, технологических и эксплуатационных свойств опытных образцов мелющих тел, установление оптимальных составов и технологических режимов их получения путем выполнения лабораторных исследований и производственных испытаний.

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

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обоснована возможность использования каолинов, глиноземсодержащих отходов в сочетании с плавнеобразующими добавками при разработке импортозамещающих составов высокоглиноземистых масс для мелющих тел;

выявлены высокотемпературные физико-химические процессы и установлены фазовые переходы при спекании разработанных опытных масс в интервале температур 1000-1400°C, с образованием кристаллических фаз муллита, корунда, анортита и кристобалита;

установлены закономерности функционального изменения основных физико-химических, технологических и эксплуатационных характеристик образцов высокоглиноземистых материалов в зависимости от компонентного состава шихты;

выявлены оптимальные условия получения, технологические режимы спекания и фракционные составы высокоглиноземистых масс для получения мелющих тел.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

обоснована возможность использования отечественных минерально-сырьевых и вторичных ресурсов – каолинов Ангренского и Альянского месторождений, глиноземсодержащих отходов газопереработки для разработки технологии получения мелющих тел;

оптимизированы компонентные, гранулометрические составы и разработаны технологические режимы получения высокоглиноземистых мелющих тел на основе отечественных минерально-сырьевых и вторичных ресурсов;

**Достоверность результатов исследований** подтверждены результатами аналитических, физико-химических анализов, лабораторных

экспериментов, опытно-производственных испытаний, а также соответствием требованиям действующих стандартов технологии керамических материалов.

### **Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследований заключается в обосновании и установлении функциональных зависимостей основных физико-химических, физико-механических и технологических характеристик высокоглиноземистых масс на основе каолинов и глиноземсодержащих компонентов с плавнеобразующими добавками от вида и количества сырьевых компонентов, а также процессов спекания для получения мелющих тел.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что впервые разработаны и оптимизированы новые составы и технологические режимы получения высокоглиноземистых мелющих тел на основе местных сырьевых ресурсов, с улучшенными эксплуатационными свойствами полученных готовых изделий, что значительно расширяет сырьевую базу их производства.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных научных результатов по разработке состава и технологии производства мелющих тел с использованием отечественных сырьевых и вторичных ресурсов:

разработанный состав высокоглиноземистых масс на основе каолинов, глиноземсодержащего отхода газопереработки, с соответствующими минеральными добавками включен в перечень перспективных разработок, внедряемых в СП «Бекабад-огнеупор» в 2021-2022 гг. (Справка СП «Бекабад-огнеупор» №59 от 25 марта 2020 года). Результат внедрения разработанного состава даёт возможность производить мелющие тела в три раза дешевле по сравнению с привозными;

технология получения высокоглиноземистых мелющих тел на основе отечественных сырьевых компонентов включен в перечень перспективных разработок, внедряемых в СП «Бекабад-огнеупор» в 2021-2022 гг. (Справка СП «Бекабад-огнеупор» №59 от 25 марта 2020 года). В результате появляется возможность получения импортозамещающего продукта, отвечающего требованиям действующего стандарта.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 7 международных и 13 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 30 научных работ. Из них 10 научные статьи, в том числе 3 в зарубежном журнале и 7 в республиканском, 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. Объем диссертации составляет 120 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 исследований технологий производства высокоглиноземистых неорганических керамических материалов и перспективы их развития»** 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, высокотемпературных процессах спекания, фазовых переходов и структурообразования кристаллических фаз керамического черепка в режиме обжига и технологии производства высокоглиноземистых мелющих тел в мире, в том числе и в Узбекистане. Обсуждены минерально-сырьевые и вторичные ресурсы Республики для производства высокоглиноземистых материалов технического назначения с заданными свойствами. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ сформулирована цель и задачи данного исследований.

**Во второй главе диссертации «Физико-химические характеристики глинистых минерально-сырьевых и вторичных ресурсов. Методы исследования и процессы спекания высокоглиноземистых 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 высокоглиноземистых шихт. Для исследования опытные образцы, получали согласно керамической технологии методом пластического формования, путем обжига в интервале температур 1000-1400°C в лабораторных печах. Физико-химические характеристики и фазовые превращения при высоких температурах исследованы методами физико-химического анализа. Основные технологические показатели опытных образцов испытывали по требованиям ряда действующих стандартов керамической технологии.

**В третьей главе диссертации «Физико-химические исследования сырьевых материалов для высокоглиноземистых масс. Процессы твердофазных реакций и физико-механические характеристики опытных образцов. Разработка шихтовых составов для мелющих тел»** приводятся результаты полученных информации о наличии и характеристиках существующих месторождений глинистых минерально-сырьевых и вторичных ресурсов Республики. Показано, что основным

сырьевым компонентом для получения высокоглиноземистых мелющих тел являются каолины и глиноземсодержащие отработанные катализаторы газоперерабатывающей отрасли, а также лейкократовые граниты, кварцевые пески, доломиты и бентониты, которые являются перспективными сырьевыми ресурсами силикатной промышленности.

В данной работе для получения высокоглиноземистых мелющих тел использовали каолины марки АКС-30, АКФ-78, производства ООО «Ангренкаолин», каолины «Альянс», глиноземсодержащие отходы Шуртанского газохимического комплекса (ШГХК), лейкократовые граниты Каргалийского, кварцевые пески Яккабагского, доломиты Музбулакского и бентониты Касанского месторождения, результаты химического анализа которых приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Результаты химического анализа исследуемых сырьевых материалов**

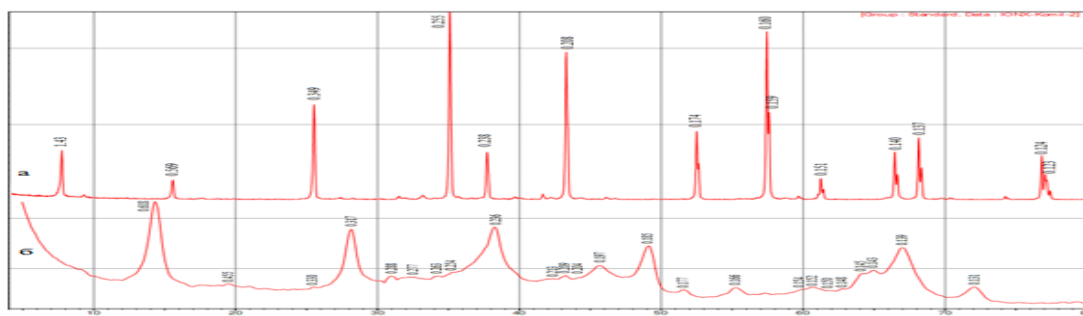
Наименование сырья	Содержание оксидов, в масс. %									ППП, %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ.	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub> общ.	
Каолин АКФ-78	57,42	26,50	0,68	0,50	<0,30	1,15	0,47	0,16	1,31	12,02
Каолин АКС-30	51,72	31,96	0,57	0,52	<0,30	1,05	0,06	0,31	0,32	12,53
Альянский каолин обогащ.	51,25	34,80	0,49	0,31	0,38	0,46	0,22	1,41	0,47	10,19
Прокал.глиноземистый отход ШГХК (1300°C)	1,35	96,11	0,90	0,34	0,68	0,35	0,20	0,05	сл.	0
Каргалийский лейкократовый гранит	71,88	13,55	0,64	0,04	0,92	1,12	2,45	8,54	<0,01	0,86
Яккабагский кварцевый песок	97,45	0,10	0,35	-	0,15	0,28	0,64	0,04	<0,01	1,02
Музбулакский доломит	1,25	0,65	0,38	0,03	21,17	29,84	0,04	0,08	<0,01	45,91
Касанский бентонит	55,83	17,64	5,39	0,72	0,20	1,26	2,70	2,64	0,84	12,30

Примечание: В (ППП) входят: гигроскопическая, конституционная, кристаллизационная вода, органические и летучие вещества и углерод (IV) оксида

Как видно из данных таблиц 1 содержание оксида алюминия в каолиновых сырьевых ресурсах не достаточно для получения высокоглиноземистой массы. В связи с этим с целью увеличения содержания глинозема в каолиновом сырье вводили глиноземсодержащие отходы газопереработки. Необходимо отметить, что в производстве керамических материалов важное значение имеют полевошпатовые минералы и их заменители. В этом отношении особый интерес представляет заменитель полевошпатовых минералов - лейкократовый гранит Каргалийского

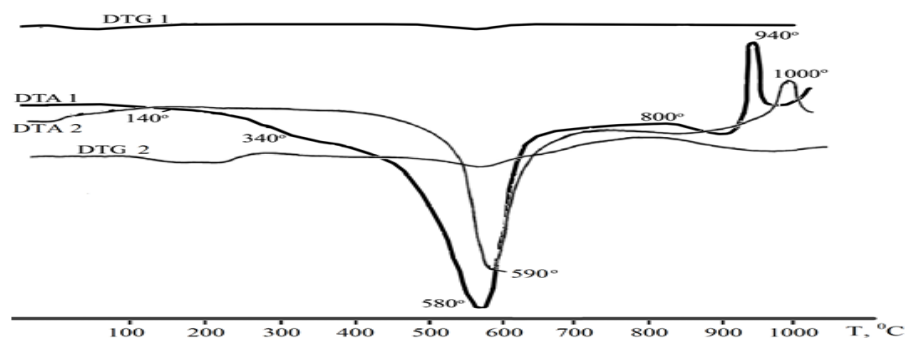
месторождения, благодаря которого улучшаются реакционные способности компонентов керамических масс. Для устранения усадки и трещинообразования керамического образца в качестве отошающего компонента в шихтовой состав вводили кварцевые пески Яккабагского месторождения. Также для улучшения спекания и снижения температуры спекания высокоглиноземистых масс использовали доломиты Музбулакского месторождения и в качестве пластифицирующего и связующего компонента керамической массы использовали бентониты Касанского месторождения.

Рентгенографический анализ используемых марок Ангренских каолинов и «Альянс» показывает, что основными порообразующими минералами является каолинит ( $d=0,712; 0,436; 0,357; 0,272; 0,249; 0,233; 0,229; 0,199; 0,178$  нм) и низкотемпературный  $\beta$ -кварц ( $d=0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,224; 0,212; 0,154; 0,138; 0,137$  нм). Рентгенограммы проб отхода Шуртанского ГХК (рисунок 1б) представляет в основном дифракционную картину линий, относящиеся оксидом  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  и линий с небольшой интенсивностью относятся гидрооксида алюминия. Результаты рентгенофазового анализа проб обожженных образцов при температуре  $1300^\circ\text{C}$  глиноземистого отхода ШГХК (рисунок 1а), показывает, что основными продуктами термообработки является минерал корунда, который является основной кристаллической фазой высокоглиноземистых керамических материалов.



**Рисунок 1. Рентгенограммы обожженного (а) и исходного (б) образцов высокоглиноземистого отхода**

Полученные кривые дифференциально-термического анализа каолинов АКФ-78 и Альянс аналогичны (рисунок 2), т.к. наблюдаются по две эндо- и экзоэффектов. Эндоэффекты связаны с удалением кристаллизационной воды при температурах  $580^\circ\text{C}$  и  $610^\circ\text{C}$ , интенсивная эндотермическая реакция при таких температурах соответствует потери при прокаливании каолинита. Наличие незначительного эндоэффекта при температуре  $840^\circ\text{C}$  связаны с разрушением структуры глинистых минералов каолинов. Образование экзоэффектов при температурах  $340^\circ\text{C}$  и  $265^\circ$  соответственно в каолинах АКФ-78 и Альянс обусловлено окислением органических веществ каолина.

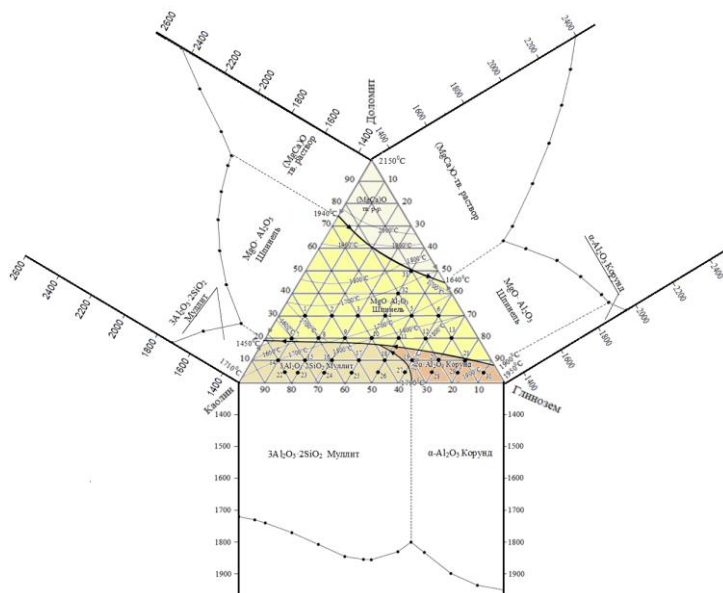


**Рисунок 2. Кривые ДТА каолина марки АКФ-78 (1) и Альянс (2)**

Экзоэффекты при температурах 900°C и 940°C связано с разрушением структуры каолинита, а также связаны с перекристаллизацией аморфных продуктов разложения глинистых минералов.

Результаты ИК-спектроскопического анализа Каргалийского лейкократового гранита показывает наличие двух полос поглощения средней интенсивности в области  $700\text{--}800\text{см}^{-1}$ , который подтверждает присутствие микроклина. Об этом свидетельствует также слабо выраженный дублет в области длин волн  $1080\text{--}1110\text{см}^{-1}$ . Исследование ИК спектров поглощения Яккабагского кварцевого песка показало, что полосы поглощения  $459, 508, 695, 777, 1086\text{см}^{-1}$  соответствуют кварцу по различной интенсивности, полосы поглощения  $796\text{см}^{-1}$  принадлежат калиевому полевоому шпату. В ИК-спектрах лейкократового гранита и кварцевого песка, имеется широкая частотная полоса от  $450$  до  $1110\text{см}^{-1}$ , характерная для каркасных силикатов и отражающая валентные колебания тетраэдрической связи O-Si-O.

Электронно-микроскопическое исследование обожженных образцов при температуре 1300°C, лейкократовых гранитов Каргали показывает, что, при повышении температуры происходит процесс новообразования, в виде минералов волластонита, силлиманита, анортита,  $\alpha$ -кварца и кристобалита. Растр электронно-микроскопический снимок Яккабагского кварца представлен зернами неправильной формы или короткими призмами. Поверхность кристаллов гладкая, края окатанные. Размеры кристаллов одинаковые и составляют 150-200 микрон.



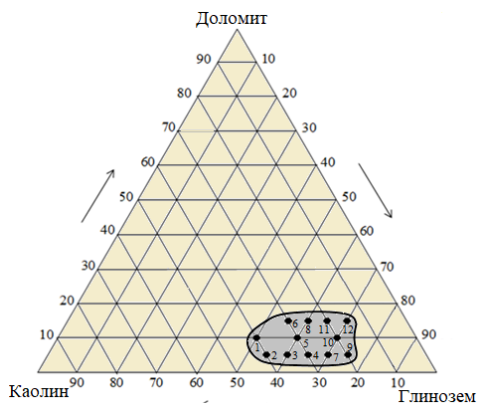
**Рисунок 3. Диаграмма плавкости тройной системы «каолин – глиноземистый отход- доломит» с двойными политермическими разрезами**



Исследование фазовых отношений в сложных многокомпонентных алюмосиликатных системах имеет важное прикладное значение для технологии керамики с функциональными механическими свойствами. Алюмосиликатные оксиды и образуемые ими фазы определяют вещественные составы ряда неорганических материалов. В связи с этим исследование фазовых взаимодействий между каолином, доломитом и глиноземсодержащим отходом позволяет оценивать высокотемпературные фазовые отношения и механическую прочность керамических материалов.

Таким образом, характер расположения изотерм плавкости на тройной диаграмме на основе каолина, глиноземсодержащего отхода и доломита указывает на распространение процессов новообразований в область внутренних составов треугольника и кристаллических фаз минералов муллита, корунда, шпинеля, анортита.

Для составления различных вариантов рецептурного состава шихт высокоглиноземистых керамических масс (рис.4) и технологической их реализации использованы научные подходы по химико-минералогической характеристике.



**Рисунок 4. Область оптимальных составов на основе тройной системы «каолин-глиноземсодержащий отход-доломит»**

Исследованы физико-механические свойства обожженных образцов на основе изученной тройной композиции. Следует отметить, что при добавлении доломита в массы происходит увеличение количества жидкой фазы между каолином и глиноземом, благодаря чему, они вступает в химическую реакцию уже при низких температурах и хорошо спекшаяся масса - приобретает максимальную плотность и прочность. Полученные результаты физико-технических свойств опытных образцов соответствуют требованиям стандарта для высокоглиноземистых масс (таблица 2).

**Таблица 2**

**Физико-механические свойства обожженных образцов на основе композиций «каолин-глиноземсодержащий компонент-доломит»**

Индексы образцов	Общая усадка %	Водопоглощение, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Общая пористость, %	Прочность при сжатии, МПа
КГД-1	10,8	5,3	$2,15 \cdot 10^3$	12,2	25,8
КГД-2	11,5	4,9	$2,28 \cdot 10^3$	11,6	27,4
КГД-3	11,9	4,6	$2,31 \cdot 10^3$	11,1	27,6
КГД-4	12,0	4,4	$2,34 \cdot 10^3$	10,8	27,9

КГД-5	12,2	4,2	$2,44 \cdot 3^{10}$	11,2	29,3
КГД-6	12,9	3,8	$2,61 \cdot 3^{10}$	10,5	32,6
КГД-7	12,8	3,9	$2,54 \cdot 3^{10}$	10,5	32,6
КГД-8	13,1	3,7	$2,64 \cdot 3^{10}$	10,2	33,4
КГД-9	12,8	4,2	$2,53 \cdot 3^{10}$	10,9	32,5
КГД-10	13,0	3,5	$2,68 \cdot 3^{10}$	9,7	33,4
КГД-11	12,5	3,2	$2,71 \cdot 3^{10}$	9,3	34,6
КГД-12	12,0	2,8	$2,85 \cdot 3^{10}$	8,5	35,8

Для получения керамических высокоглиноземистых масс для мелющих тел приготовлены серия опытных шихтовых составов (таблица 3). Следует отметить, что для обеспечения полиморфного перехода  $Al_2O_3$  из  $\gamma$ -формы в  $\alpha$ -форму, глиноземсодержащий отход обжигали при температуре 1300°C, в результате которого получается  $\alpha-Al_2O_3$  с содержанием выше 95масс. %.

**Таблица 3**

**Шихтовые составы опытных масс для мелющих тел**

Компоненты	Массовое содержание компонентов, %									
	М-1	М-2	М-3	М-4	М-5	М-6	М-7	М-8	М-9	М-10
Каолин АКФ-78	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Каолин АКС-30	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Каолин Альянс	-	-	20	15	18	10	-	20	26	20
Обож. Альянс	-	-	-	-	-	30	40	-	-	-
Отход ШГХК обож. 1300°C	50	50	50	60	70	50	40	65	60	60
Каргалийский гранит	10	10	10	10	3	3	5	7	8	10
Яккабагский кварцевый песок	10	10	10	7	3	2	-	3	-	3
Музбулакский Доломит	5	5	5	5	3	2	10	3	3	5
Касанский бентонит	5	5	5	3	3	3	5	2	3	2

Для оценки степени спекания опытных образцов были определены физико-механические свойства. Установлено, что повышение температуры от 1300°C до 1400°C способствует лучшему спеканию опытных образцов, приводящее к улучшению физико-механических характеристик. Наиболее высокими показателями характеризовался образец М-5, имеющий механическую прочность 250 МПа. Также более высокими показателями прочности характеризовались образцы М-8, М-9, М-10, обожженные при температуре 1400°C. Образцы состава М-6, которые содержат обожженный каолин в количестве 30масс. % имели самые низкие значения потери при прокаливании и поэтому общая усадка данного образца составляет 0,08% при температуре 1400°C. Самые высокие потери при обжиге происходили в

образцах М-1, М-2, М-3, которые имеют в своем составе Ангренских обогатенных каолинов в количестве более 20масс.%. Образец М-7, хотя в своем составе имеет обожженный каолин Альянс в количестве 40масс.% характеризовался также сравнительно высокими значениями потери при обжиге, вследствие диссоциации доломита.

В целом, все обожженные опытные образцы, отвечают требованию ГОСТ 20419-83 по нормируемому значению высокоглиноземистых керамических материалов и соответствуют группе «600 –глиноземистый материал». Следует отметить, что согласно содержаниями оксида алюминия и по показателями физико-механических свойств опытные образцы М-1, М-2, М-3, М-4, М-6, М-7 относятся к муллитовой керамике, а опытные образцы М-5, М-8, М-9, М-10 относятся к муллитокорундовой керамике.

В четвертой главе диссертации **«Оптимизация составов, режимов и разработка технологий производства высокоглиноземистых мелющих тел. Опытнo-производственные испытания и рекомендации к внедрению»** приведены результаты разработки по оптимизации составов и технологические режимы получения высокоглиноземистых мелющих тел, также выбрано направление, позволяющее реальное промышленное освоение их производства в ближайшей перспективе. Полученные данные свидетельствуют о том, что сравнительно достаточно высокие показатели свойств и процессов спеканий после обжига имеют образцы из массы М-5, М-8, М-9, М-10. В качестве примера также выбран состав М-7, содержащий 40масс.% обожженного каолина Альянс. Обжигали партию в количестве по 100 кг мелющих тел в производственных условиях СП «Бекабад-огнеупор». Полученные образцы подвергали для испытаний физико-механических и технологических характеристик согласно требованиям ГОСТ 20419-83,

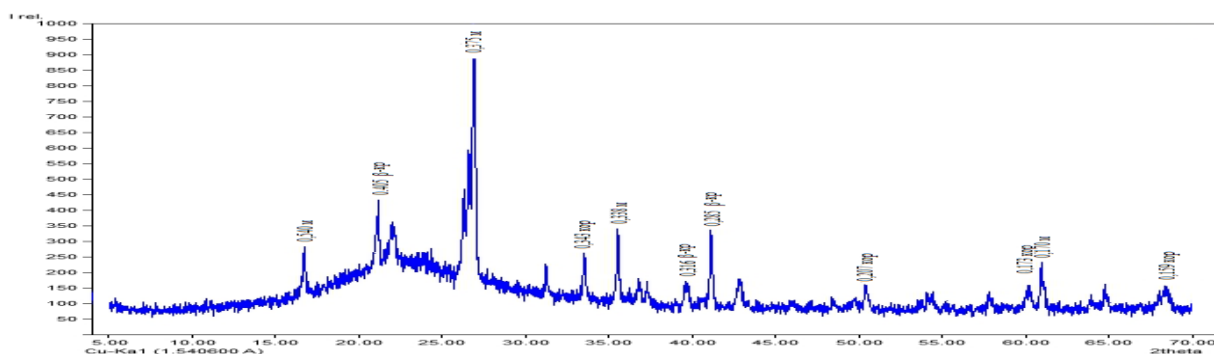
**Таблица 4**

**Химические составы и физико-механические характеристики стандартных и разработанных муллитокорундовых мелющих тел**

Наименование показателей	ГОСТ 20419-83	Разработанные оптимальные составы				
		М-5	М-7	М-8	М-9	М-10
Содержание $Al_2O_3$ , (%)	73-75	77,19	58,50	74,18	71,66	69,04
Содержание $SiO_2$ , (%)	<20-23	17,83	31,87	21,21	22,66	23,25
Содержание $Fe_2O_3$ , $Na_2O$ , $CaO$ , $K_2O$ , и др.(%)	2,0-7,0	4,98	9,63	4,61	5,68	7,71
Плотность, $г/см^{-3}$ , не менее	3,40	3,45	3,25	3,40	3,38	3,24
Закрытая пористость, не более, %	2,00	1,61	1,32	1,72	1,91	1,97
Водопоглощение, не более, %	0,10	0,09	0,13	0,09	0,14	0,16
Кислотостойкость (в HCl), не менее %	99,0	99,5	99,5	99,3	99,1	99,0
Термическая стойкость, кол.теплосмен при 1000°C.	15	15	15	15	15	15
Коэффициент истираемости	0,010	0,010	0,013	0,010	0,014	0,018

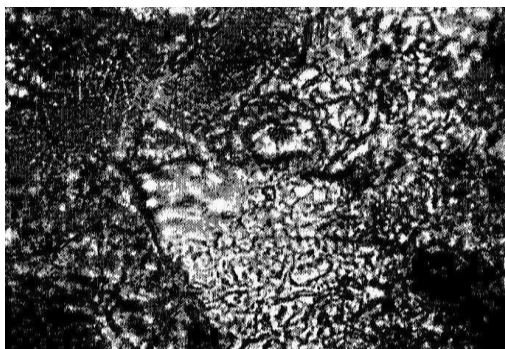
не более, % в час						
Механическая прочность на сжатие, МПа, не менее	55,0	57,10	49,85	56,05	55,01	49,87
Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	1,3-1,75	1,72	1,38	1,62	1,43	1,52

Результатами рентгенофазового анализа (рисунок 5) разработанных оптимальных производственных составов мелющих тел - образца М-5, М-7, М-8, установлены минералогические составы спеченных материалов. На рентгенограммах опытных образцов явно выражены линии дифракционных максимумов, относящиеся к минералами муллита, кристобалита и частично  $\alpha$ -кварца, также присутствует небольшие линии, относящиеся к анортиту.

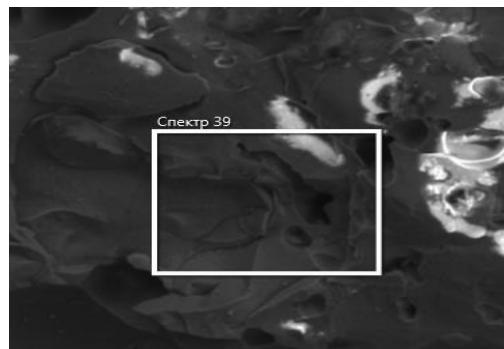


**Рисунок 5. Рентгенограмма состава М-5 мелющих тел**

Петрографическое исследование опытного спеченного (1400°C) образца мелющих тел М-5 показывает, что основная масса имеет мелкозернистую, плотную, неоднородную структуру, в которой равномерно распределена стекловидная фаза. В малом количестве, содержатся незначительные мелкие закрытые поры, заполненные стеклофазой. Относительно мелкие зерна кварца расплавлены, количество кристобалита увеличена. Имеются гнездовидные скопления игольчатого и зернистого муллита. Содержится значительное количество корунда (рисунок 6а). Растр электронно-микроскопические снимки образца М-5 (рисунок 6б) показали, что, в микроструктуре мелющих тел из опытного образца М-5 матрица состоит из зерен минерала муллита и корунда, призматической формы, размером зерен 4-6 мкм. Кристобалитовые и анортитовые фазы образуют сетчатую структуру по периферии кристаллов муллита и корунда. Связующими фазами является цементирующие зерна корунда, которая представлена кристаллическими и стекловидными фазами в количестве -1,3 %. Наблюдается однородность стекловидной фазы по составу. Образцы мелющих тел обладают закрытой пористостью, которая составляет менее 1%, распределенной в объеме материала в виде округлых скоплений. По данным растр электронно-микроскопического анализа количество химических элементов составляет, в %: Al-40,87, Si-8,32, Ca-0,97, Mg-0,77, O- 49,06.



а



б

**Рисунок 6. Петрографический (а, ув.х40) и растр электронно-микроскопический (б, ув.х100  $\mu\text{m}$ ) снимки образца мелющих тел М-5**

В целом, результаты химического, рентгенофазового, петрографического и растр электронно-микроскопического анализов показали, что при температуре 1400°C происходило полное спекание опытного образца мелющих тел.

На основе проведенных исследований разработана технология получения мелющих тел с использованием высокоглиноземистых неорганических сырьевых и вторичных ресурсов. Отличительные особенности данной технологии является новый рецептурный состав сырьевых компонентов и предварительный обжиг глиноземсодержащего отхода, в результате которого происходит высокотемпературные модификационные превращения оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Разработанная технология включает подготовку сырьевых материалов, их дозирование, тонкий помол шихты в шаровой мельнице до остатка 0,06-0,07% на сетке №0056, формование полуфабриката мелющих тел цилиндрической формы необходимого размера. После сушки мелющие тела обжигали при температуре 1400°C. Обожженные образцы представляли собой хорошо спеченными, плотными и высокопрочными образцами.

Известно, что для необходимого спекания муллитокорундовых мелющих тел по классической технологии требуется высокая температура обжига -выше 1550°C. В работе достигнуто спекание мелющих тел при сравнительно низких температурах за счет подбора и увеличения дисперсности частиц сырьевых материалов, а также введением минерализующих и плавнеобразующих добавок в разработанную шихту.

Полученные опытно-производственные образцы высокоглиноземистых мелющих тел муллитокорундового состава в условиях СП «Бекабад-огнеупор», согласно данной технологии отвечали требованиям ГОСТ 20419-83. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанных составов мелющих тел составляет 880 долл.США за тонну.

При этом следует отметить, что важным технологическим показателем для мелющих тел является износ (истирание) в процессе помола измельчаемых сырьевых материалов в мельницах. В связи с этим для установления уровня истираемости и оценки размолоспособности разработанных керамических мелющих тел в производственных условиях

проводили помол кварцевого песка и глазурной фритты в шаровых мельницах в ООО «CERAMIC PLUS» и «KERAMIKA-OGNEUPOR». Для сравнения истираемости использовали промышленно применяемая высокоглиноземистые мелющие тела производства ОАО «Электрокерамика» (Россия), содержащие 73-75 масс.% оксид алюминия в своем составе. Аналогичное содержание оксида алюминия имеет образец М-8. В образце М-5, содержание оксида алюминия составляет 77,19 масс.%, т.е. превосходят по сравнению с привозными.

Полученные данные свидетельствуют о том, что скорость истирания разработанного образца мелющих тел М-5 и ОАО «Электрокерамика» практически одинаковы и составляют  $10,21 \cdot 10^{-3}$  %/час и  $10,10 \cdot 10^{-3}$  %/час соответственно. Динамику измельчения характеризовали по изменению удельной поверхности с течением времени измельчением кварцевого песка и глазурной фритты для облицовочных плит. При этом, в обоих случаях в промежутке времени до 18 ч наблюдается рост удельной поверхности с наибольшей скоростью измельчаемого материала. Проведенными экспериментальными исследованиями по определению истираемости и размолоспособности разработанного опытного образца мелющих тел для измельчения кварцевого песка и глазурной фритты, установлено, что разработанный образец мелющих тел своими эксплуатационными характеристиками, в частности по устойчивости к истиранию и размолоспособности аналогичны с привозными.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что разработанный высокоглиноземистый материал соответствует всем необходимым стандартным требованиям и могут быть рекомендованы в качестве футеровочных элементов помольных агрегатов, в частности шаровых мельниц и мелющих тел.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Изучением составов, химико-минералогических, физико-химических характеристик сырьевых и обожженных образцов керамических масс на основе обогащенных каолинов марок АКС-30, АКФ-78, месторождения Альянс, глиноземсодержащих отходов Шуртанского газохимического комплекса, Каргалийского лейкократового гранита, Яккабагского кварцевого песка, Музбулакского доломита и Касанского бентонита были выбраны отечественные перспективные сырьевые и вторичные ресурсы для разработки состава высокоглиноземистых мелющих тел. Выявлены процессы термообработки сырьевых компонентов, с помощью современных физико-химических методов анализа и классических методов исследований керамической технологии.
2. Установлены твердофазные реакции, процессы спекания и термического фазового превращения, происходящие при различных стадиях обжига

опытных образцов на основе композиций тройной системы «каолин - глиноземсодержащий компонент-доломит». Установлены области образования высокоглиноземистой массы для мелющих тел на тройной диаграмме. Показано, что обжиг исследуемых составов сопровождается фазовыми превращениями исходных сырьевых минералов, приводящие к новообразованиям, в обожженном черепке минералов муллита, корунда, волластонита, а также незначительного количества анортита и аморфной стекловидной фазы, которые дают необходимые физико-механические и эксплуатационные свойства для готового материала. Показаны зависимости физико-механических свойств обожженных образцов от их состава, температурного режима термообработки.

3. Разработаны ряд шихтовых составов масс опытных образцов для высокоглиноземистых мелющих тел и исследованы физико-механические характеристики обожженных образцов соответственно при температурах 1300°C и 1400°C. Изучены химико-минералогические составы, физико-химические, физико-механические и технологические характеристики опытных спеченных образцов разработанных составов высокоглиноземистых масс для мелющих тел.
4. Оптимизированы шихтовые составы и технологические режимы получения керамических масс для мелющих тел. Выявлено, что имеется реальная возможность разработки импортозамещающих составов высокоглиноземистых масс для мелющих тел, отвечающих требованиям стандарта, на основе отечественных сырьевых и вторичных ресурсов. Хотя для спекания муллитокорундовых мелющих тел требуется температура обжига выше 1550°C, нами за счет подбора и увеличения дисперсности частиц исходных сырьевых материалов, введением минерализующих и плавне образующих добавок в разработанной шихте, показана возможность спекания при температуре 1400°C.
5. Проведено опытно-производственное испытание разработанных высокоглиноземистых масс М-5 для мелющих тел в условиях СП «Бекабад-огнеупор». Проведен расчет экономической эффективности производства высокоглиноземистых мелющих тел, который составил 880 долл.США за тонну.
6. Разработана технология производства керамических мелющих тел с высокой стойкостью к истиранию с показателями физико-технических свойств отвечающих требованиям ГОСТ 20419-83 и внедрена в условиях СП «Бекабад-огнеупор». Определены химико-минералогические составы физико-механические, технологические и эксплуатационные характеристики испытанных мелющих тел, которая характеризуется температурой спекания 1400°C, средней плотностью  $3,45 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>; закрытой пористостью 1,6 %; пределом прочности при сжатии 57 МПа, истираемости 0,007%/час.
7. Проведены испытания по определению стойкости к истираемости и размолоспособности разработанного опытного образца мелющих тел в условиях ООО «CERAMICS PLUS» и «KERAMIKA-OGNEUPOR»

измельчением кварцевого песка и глазурной фритты. Установлено, что разработанный опытный образец высокопрочных мелющих тел своими эксплуатационными характеристиками - по устойчивости к истиранию и размолоспособности аналогичны с импортируемыми мелющими телами.

8. В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что разработанный высокоглиноземистый керамический материал соответствует всем необходимым требованиям по физико-химическим, технологическим и эксплуатационным свойствам мелющих тел и внедрены в производство для футеровочных элементов помольных агрегатов и мелющих тел. Установлены широкие возможности отечественной сырьевой базы и вторичных ресурсов для производства мелющих тел, а рациональное использование и освоение разработанной технологии даёт возможность создания импортозамещающее производство продуктов такого рода.



**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 INORGANIC CHEMISTRY**

**EMINOV AFZAL ASHRAPOVICH**

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGIES OF OBTAINING  
GRINDING BODIES ON THE BASIS HIGH-ALUMINA INORGANIC  
RAW RESOURCES**

**02.00.13 - Technology of inorganic and materials on their basis**

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

**Tashkent-2020**

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 B2019.4.PhD/T643

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:

**Iskandarova M.I.**  
doctor of technical sciences, professor

Official Opponents:

**Jumaniyazov M.J.**  
doctor of technical sciences, professor

**Yunusov M.Y.**  
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

**Namangan Engineering Technological Institute**

Defense will take place on 30 november 2020 at 15<sup>00</sup> o'clock at the meeting of single scientific council DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 under Research Center Institute of General. Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Centre Institute of General, (its registered number is № 19) Address: 77a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60.

Abstract of dissertation was mailed by «17» november 2020 year (mailing report № 19 on «17» november 2020 year).



**B.S. Zakirov**  
Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, d.t.s., prof.

**D.S. Salikhanova**  
Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree, d.t.s., prof.

**S.A. Abduraximov**  
Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree, d.t.s., prof.

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** the aim of the study is to develop compositions and technologies for producing grinding media with a reduced sintering temperature based on domestic raw materials and secondary resources.

**The subject of the research work:** Objects of research are enriched kaolins of the AKF-78 and AKS-30 brand, of Alliance, leucocratic granite of Kargali, quartz sand of Yakkabag, dolomite of Muzbulak, bentonite of Kasan, alumina-containing gas processing wastes and and pilot models.

**The scientific novelty of dissertational research** consists in the following:

the possibility of using kaolins, alumina-containing wastes with combinations of flux-forming additives in the development of import-substituting compositions of high-alumina masses for grinding bodies is substantiated;

high-temperature physicochemical processes were identified and phase transitions were established during sintering of the developed experimental masses in the temperature range 1000-1400°C, with the formation of crystalline phases of mullite, corundum, anorthite and cristobalite;

regularities of changes in the basic physicochemical, technological and operational characteristics of samples of high alumina materials depending on the composition of the charge;

the optimal conditions for obtaining, technological sintering conditions and fractional compositions of high-alumina masses to obtain grinding media are revealed.

**Implementation of the research results.** Based on the scientific results obtained on the development of the composition and technology of production of grinding media using domestic raw materials and secondary resources:

the developed composition of high-alumina masses based on kaolins, an alumina-containing gas processing waste, with the corresponding mineral additives, has been introduced into production at the «Bekabad-refractory» JV. (The Reference of the JV «Bekabad-refractory» № 59 dated March 25, 2020). The result of the introduction of the developed composition makes it possible to produce grinding media three times cheaper than imported ones;

the technology for producing high-alumina grinding media based on domestic raw materials has been introduced at the «Bekabad-refractory» JV. (The Reference of the JV «Bekabad-refractory» № 59 dated March 25, 2020). As a result, it becomes possible to obtain an import-substituting product that meets the requirements of the current standard.

**The structure and volume of the thesis.** The structure thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of the used literature and applications. The volume of the thesis is 120 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Эминов Ал.А., Сабилов Б.Т., Эминов А.М. Рентгенографическое исследование шихтовых составляющих керамических мелющих тел. Узб.хим.журн., 2012, № 6, С.15-18. (02.00.00. №6).
2. Эминов Ал.А., Эминов А.А., Эминов А.М., Кадырова З.Р., Негматов С.С., Абдуллаева Р.И. Перспективы использования кварцевых песков Узбекистана в производстве керамических и огнеупорных материалов. Огнеупоры и техническая керамика, 2016, №3, Р.47-51, Scopus (3). Web of science (1), IF-251.
3. Эминов Ал.А., Эминов А.М., Негматов С.С., Кадырова З.Р., Саркисян А.О., Сабилов Б.Т., Туляганова В.С. Перспективы использования новых каолинов в производстве алюмосиликатной композиционной керамики. Композиционные материалы, 2016, №4, С.62-65.
4. Эминов Ал.А., Эминов А.М., Негматов С.С., Саркисян А.О., Сабилов Б.Т., Кадырова З.Р., Туляганова В.С. Физико-химические исследования состава и изучение фазовых изменений каолинов месторождения «Альянс» при обжиге. Композиционные материалы, 2016, №4, С.24-30.
5. Эминов Ал.А., Эминов А.М., Негматов С.С., Кадырова З.Р. Исследование микроструктуры лейкократовых гранитов Каргалийского месторождения Стекло и керамика. Россия, 2017, №4, с.28-31. IF-0,343.
6. Eminov Al.A., Eminov A.M., Negmatov S.S., Kadyrova Z.R. Microstructure Investigation of the Leucocratic Granites of the Kargaliiskoe Deposit. Journal Class and Ceramics, July 2017, vol.74, Issue 3-4, pp.137-139. Scopus (3), Web of science (1), IF-0,655.
7. Эминов А.М., Негматов С.С., Искандарова М.И., Саркисян А.О., Эминов Ал.А., Маматкулов А.К. Перспективы использования каолинов месторождения «Альянс» для тонкой и строительной керамики. Композиционные материалы, 2018, №4, С.40-44.
8. Эминов А.М., Туляганова В.С., Рузметов И., Эминов Ал.А., Вакасов С., Боймуратова М.Т. Особенности образования и развития муллита при обжиге глинистых минералов. Композиционные материалы, 2019, №3, С.100-102.
9. Эминов Ал.А., Искандарова М.И. Исследование твердофазовых превращений лейкократовых гранитов Каргали. Узб.хим.журн., 2019, №3, с.31-39. (02.00.00. №6).
10. Эминов Ал.А., Искандарова М.И. Рентгенографическое исследование неорганических компонентов высокоглиноземистых масс для мелющих тел. Узб.хим.журн., 2020, № 3, С.23-29. (02.00.00. №6).

## II бўлим (II часть; part II)

11. Эминов Ал.А. Исследование местных сырьевых ресурсов для получения керамических мелющих тел. Мат.Респ.науч.практ.конф. «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов», Т, 2012, ИОНХ АН РУз, 19-20.01, С. 179-182.
12. Эминов Ал.А., Кадырова З.Р., Сабиров Б.Т., Эминов А.М. Состав высокоглиноземистой массы с использованием бентонита для керамических мелющих тел. Сб.тр. I Межд.науч.техн.конф. «Современная техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития, 2013, Навои, С.366-367.
13. Эминов Ал.А., Бабаханова З.А. Высокоглиноземистая керамика на основе местных сырьевых материалов и отходов промышленности. Тр. XXII-науч.техн.конф. молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата «Умидли кимёгарлар-2013», Т, ТашХТИ, I том, 2013, С.119-120.
14. Эминов Ал.А., Таиров С.С. Разработка состава высокоглиноземистой керамической массы на основе местных сырьевых ресурсов. Мат. XX Меж.науч.симп. им.акад.М.А.Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». Томск, 2016, 4-7.04. С.674-676.
15. Эминов Ал.А., Искандарова М.И. Рентгенографическое исследование лейкократовых гранитов для получения керамических масс. (эл. ресурс). VIII Межд. молод. форум «Образование. наука. производство». 2016, 12-13 октября, Белгород.
16. Эминов Ал.А. Керамическая масса на основе высокоглиноземистых сырьевых ресурсов. Т, ИОНХ, 2016, ноябрь, С.28-30.
17. Эминов Ал.А., Усманов Х.Л., Сабиров Б.Т. Керамические массы с улучшенными пластифицирующими свойствами с использованием Логонских бентонитов. Тез.докл. XX-Всерос.конф. молодых ученых-химиков. Национальный исследовательский Нижегородский гос.универ. им. Лобачевского. Нижний Новгород, 18-20 апреля 2017г. С.527-528.
18. Эминов Ал.А. Высокопрочная керамика на основе композиции «каолин АКС-30-глиноземсодержащий отход - добавки». Матер.Респуб.научно-техн.конф. «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства. Навои, 2018, 22 ноября, С.79-80.
19. Эминов Ал.А., Таиров С.С. Исследования вещественного состава каолинов месторождения «Альянс». XXII Межд. науч. Симп. имени академика М.А.Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». 2018 г.-т.2.-С.489-490.
20. Eminov Al.A., Eminov A.M., Kadyrova Z.R., Negmatov S.S., Sargsyan A.O., Sultankhodjayev G.T. Selection of the rational enrichment method kaolinov Uzbekistan for construction ceramics. "20. Internationale Baustofftagung" Ibausil, Weimar, (Germany), 12-14 September 2018, т.2, P.1187-1191.
21. Эминов А.М., Негматов С.С., Искандарова М.И., Саркисян А.О., Эминов, Ал.А. Мокрогравитационного обогащения каолинов месторождения «Альянс». Респ.научн.техн.конф. «Современные проблемы и перспективы

- химии и химико-металлургического производств. Навои, 2018, 22 ноября, С.219-220.
22. Эминов Ал.А. Высопрочная керамика на основе композиции «каолин АКС-30-глиноземсодержащий отход-добавки. Респ.научн.техн.конф. «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производств. Навои, 2018, 22 ноября, С.79-80.
  23. Эминов А.М., Негматов С.С., Искандарова М.И., Саркисян А.О., Эминов, Ал.А., Туляганова В.С. Изменения, происходящие при нагревании каолинов месторождения «Альянс». Сб.тр. «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». Навои, 2018, С.110-111.
  24. Эминов А.М., Негматов С.С., Искандарова М.И., Саркисян А.О., Эминов, Ал.А. Выбор рационального метода обогащения каолинов Узбекистана. Межд науч.техн.конф. Сб.тр. «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». Навои, 2018, С.104-105.
  25. Эминов А.М., Негматов С.С., Искандарова М.И., Эминов Ал.А., Саркисян А.О. Перспективы производства керамогранита на основе минерального сырья Узбекистана. Мат.Респ.науч.техн.конф. «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокоспозиционные материалы». Т., 25-26 апреля 2019г. С.297-299.
  26. Эминов А.М., Искандарова М.И., Эминов Ал.А., Абраев М.С. Ресурсосберегающая технология керамической промышленности облицовочной плитки однократного обжига. Мат.Респ.науч.техн.конф. «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокоспозиционные материалы». Т., 25-26 апреля 2019г. С.300-301.
  27. Эминов Ал.А., Искандарова М.И. Исследование фазовых превращений лейкократовых гранитов Каргали. «Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Респ.илм.амалий конф.матер.тўпл., 2019, 24 май, С.245-247.
  28. Эминов Ал.А., Искандарова М.И. Перспективы использования местного сырья и отходов Узбекистана в производстве мелющих тел керамических материалов. «Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Респ.илм.амалий конф.матер.тўпл., 2019, 24 май, С.247-249.
  29. Eminov A.M., Iskandarova M.I., Eminov Al.A., Boimurodova M.T., Kaolins of Uzbekistan in the Production of Ceramics Products. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference Sofia, Bulgaria 15-17 January 2020. P.54-60.
  30. Эминов А.М., Бойжонов И.Р., Рузматов И., Боймуродова М.Т., Эминов А.А. Исследование свойства, спекания и формирование структуры фарфора. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference.

Perspectives of world science and education. Osaka, Japan. 26-28 February 2020, P.945-956.