

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**РАШИДОВА РАЪНО КАЙИМОВНА**

**АЙДАРКУЛ БАЗАЛТИ АСОСИДА ИССИҚЛИК САҚЛОВЧИ  
МАТЕРИАЛЛАР ТАРКИБИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ  
ЧИҚИШ**

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

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

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

**Рашидова Раъно Кайимовна**

Айдаркул базальти асосида иссиқлик сақловчи материаллар таркиби  
ва технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

**Рашидова Раъно Кайимовна**

Разработка составов и технологии получения теплоизоляционных  
материалов на основе базальтов Айдаркуля..... 21

**Rashidova Rano Kayimovna**

Development of compositions and technologies for obtaining heat-  
insulating materials based on Aydarkul basalts..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

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

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**РАШИДОВА РАЪНО КАЙИМОВНА**

**АЙДАРКУЛ БАЗАЛТИ АСОСИДА ИССИҚЛИК САҚЛОВЧИ  
МАТЕРИАЛЛАР ТАРКИБИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ  
ЧИҚИШ**

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

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

**Нукус – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т983 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Курбанов Абдирахим Ахмедович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Сейтназаров Атаназар Рейшназарович**  
техника фанлари доктори

**Искендеров Ахмет Максетбаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Бухоро давлат университети**

Диссертация химояси Қорақалпоқ давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «24» сентябр соат «14<sup>00</sup>» даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1.Тел.:(99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail:info@karsu.uz).

Диссертация билан Қорақалпоқ давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№47-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1. Тел.: (99861) 223-60-47.факс (99861) 223-60-78.

Диссертация автореферати 2021 йил «06» сентябр куни тарқатилди.  
(2021 йил «06» сентябрдаги 2-рақамли реестр баённомаси).

**Реймов А.М.**

Илмий даража берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Курбаниязов Р.К.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш котиби,  
т.ф.н., доцент

**Туремуратов Ш.Н.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, к.ф.д.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда турли хилдаги ўтга чидамли ва футеровкали иссиқлик сақловчи материаллар (ФИСМ)га бўлган талаб йилдан-йилга ортиб бормоқда. Бундай турдаги иссиқликка чидамли материаллар рангли ва енгил металлларни ишлаб чиқариш саноати печларида кенг қўлланилиб, соҳа иқтисодиётини ривожлантиришда катта роль ўйнайди. Шу боис, алюмосиликатли ва керамик маҳаллий хомашёлар асосида термик ва физик-механик кўрсаткичлари юқори бўлган ФИСМ олиш технологияси алоҳида аҳамият касб этади.

Дунёда футеровкали иссиқлик сақловчи материалларни ишлаб чиқиш, уларни олишнинг замонавий инновацион технологиялари, юқори ҳароратдаги технологик жараён ва режимларини, арзон маҳаллий минерал хомашёлардан тайёрланган юқори иссиқликка чидамли ҳамда физик-кимёвий хосса ва экологик тоза хусусиятларни намоён қиладиган материалларни ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, иссиқлик сақловчи футеровкали материалларни куйдириб олишда илк бошланғич хомашёларда юқори ҳароратда рўй берадиган физик-кимёвий жараёнлар, тайёр маҳсулотга мустаҳкамлик берувчи янги керамик кристалли фаза ҳосил бўлишига таъсир этувчи омиллар, боғловчи вазифасини бажарувчи қўшимча ва фракция таркиблари, ҳамда базальт, каолин, шамотлар асосида тажриба намуналарининг технологик хоссаларига таъсирларини аниқлаш, самарадор таркибни олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда мавжуд бўлган конлардан базальт ва каолин хомашёлари асосида саноатнинг муҳим тармоқлари учун иссиқлик сақловчи материалларнинг янги таркибларини яратиш ва олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича илғор илмий асосланган чора-тадбирларни жорий қилиб, бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда Айдаркул базальт кони, Қарнаб кони каолини ва шу каолиндан синтез қилинган шамот асосида иссиқлик сақловчи материаллар таркиби ва технологиясини ишлаб чиқишга қаратилган тадқиқотлар катта илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2019 йил 17 январдаги ПФ-4124-сон «Кон-металлургия тармоғи корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

ПФ-3983-сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дунёда бир қатор устувор йўналишларда базальтларни қайта ишлаш усулларини ўрганиш, турли хил маҳсулотлар, композит иссиқлик сақловчи ва металл ўрнини босувчи материалларни ишлаб чиқаришни ташкил этиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Базальт асосидаги иссиқлик сақлаш хусусияти билан боғлиқ бўлган турли хил назарий ва амалий тадқиқотларнинг натижалари А.Ю.Канаев, А.К.Кайракбаев, Е.М.Дятлов, Т.А.Вареников, Elisa Moretti, З.Р.Кадыров, А.А.Турабаев, А.М.Эргашев, А.О.Третьяков, Е.В.Чекушин, Д.Д.Джигарис, М.Ф.Махов, С.Т.Токунов, Д.Д.Гуламов, Н.Э.Искандаров, И.Х.Хамрабаев, М.И.Искандарова, А.А.Курбанов, В.Ш.Махмудов ва бошқаларнинг илмий асарларида ўз аксини топган.

Бугунги кунда маҳаллий хомашёлар асосида футеровкали иссиқлик сақловчи материалларни ишлаб чиқиш бўйича етарли маълумот мавжудлиги алоҳида аҳамият касб этади. Аммо амалда қўлланиладиган футеровкали иссиқлик сақловчи материалларнинг таркиблари бир биридан фарқ қилиб, хизмат қилиш муддатлари ҳам ҳар хил ҳисобланади. Ўзбекистонда футеровкали материалларни ишлаб чиқариш технологияси ва корхоналарнинг камлиги сабаб, охириги уч йилда ушбу қурилиш материалларига бўлган талаб 1,5 мартага ошганига қарамасдан 70% дан ортиғи импорт ҳисобига қондирилмоқда. Мана шу муоммодан келиб чиқиб, маҳаллий хомашёлардан ФИСМнинг оптимал таркибларини ишлаб чиқиб, республикадаги саноат корхоналарида ишлатиладиган енгил металлларни эритиш печларининг ички деворларини қоплаш учун хизмат қиладиган материаллар билан таъминлаш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади. Таклиф қилинаётган технологиянинг техник-иқтисодий самарадорлиги ҳисоб-китоблари янги турдаги маҳсулот таннарҳининг амалдаги аналогларига нисбатан 2 баробар арзонроқ эканлигини кўрсатади.

Аммо ҳозирги кунда мавжуд илмий адабиётларда биз танлаган тадқиқот объектлари, «базальт:каолин:шамот» аралашмаси бўйича ва уларни «қуруқ қайта ишлаш» усулидан фойдаланиб, ФИСМ олишнинг амалий тадқиқ қилиш масалалари етарлича кўриб чиқилмаган.

Шундай қилиб, базальт, каолин ва шамот минераллари аралашмасини «қуруқ қайта ишлаш» жараёнини чуқур тадқиқ қилиш зарурияти туғилади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Навоий давлат кончилик институтининг илмий-тадқиқот режасига мувофиқ №А-5-030 – «Маҳаллий хомашёлардан ўтга чидамли ва композицион материаллар олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва шу каолин асосида синтез қилинган шамот хомашёларидан иссиқлик сақловчи материалларни олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Айдаркул кони базальти, Қарнаб кони каолинининг кимёвий ва минералогик таркибларини ҳамда олинган натижаларни замонавий ИҚ-спектр, рентген фазали ва дифференциал термик усулларда тадқиқ қилиш;

Қарнаб каолини асосида шамот синтез қилишнинг физик-кимёвий асосларини яратиш, жараёнга таъсир қилувчи оптимал технологик омилларни илмий асослаш, олинган шамотни турли усулларда таҳлил қилиш;

Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва унинг асосида олинган шамотдан футеровкали иссиқликдан сақловчи материаллар (ФИСМ) олишнинг энг мақбул шароитларини ва юқори ҳароратларда пиширишдаги физик-кимёвий жараёнларини дифференциал термик таҳлиллар ёрдамида ўрганиш;

«Базальт:каолин:шамот» асосида олинган оловбардош ФИСМ намуналарининг кимёвий ва минералогик таркибларини ҳамда физик-механик, иссиқлик ўтказувчанлик хоссаларини тадқиқ қилиш;

Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва унинг асосида олинган шамотни «қуруқ қайта ишлаш» усули билан «базальт:каолин:шамот» тизимида иссиқликдан сақловчи материаллар олишнинг технологиясини яратиш ва уни ишлаб чиқариш шароитларида синовдан ўтказиш;

маҳаллий хомашёлардан янги авлод ФИСМлар ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемасини яратиш ва унинг таснифини бериш;

илмий тадқиқотлар натижаларига экологик ва иқтисодий баҳо бериш ва улардан илмий аҳамиятга эга бўлган муаммоларни ҳал қилиш учун халқ хўжалигида фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва ушбу каолин асосида синтез қилинган шамотлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** маҳаллий ресурслар асосида юқори ҳароратларда ишловчи кам қувватли енгил металлларни эритиш печлари ички деворлари юзаларини футеровкалаш учун самарали ФИСМлар таркибларини ишлаб чиқиш, тажриба намуналарнинг физик-кимёвий, механик хоссаларини ва юқори ҳароратдаги куйдириш жараёнларини тадқиқ қилиш, уларни олиш технологиясини тўлиқ илмий асослаш ҳамда бу турдаги маҳсулотларнинг янги авлодини ишлаб чиқариш усули ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда кимёвий, физик-кимёвий, рентгенофаза, ИҚ-спектроскопик, ДТА-дифференциал термик анализ, электрон микроскопик таҳлил усулларида фойдаланилган.

### **Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:**

илк маротаба Айдаркул кони базальти ва Қарнаб кони каолинининг кимёвий ва минералогик таркиблари аниқланган ва ушбу маҳаллий хомашёлардан импорт ўрнини босувчи ФИСМлар олиш имкониятлари аниқланган;

Қарнаб кони каолинидан шамот синтез қилиш мумкинлиги ҳамда олинган шамотнинг физик-механик ва иссиқлик бардошлилик хоссалари асосланган;

яратилган янги авлод «базальт:каолин:шамот» тизимидаги компонентларининг оптимал таркиби 50:30:20 нисбатдалиги ва ФИСМни ҳосил қилишдаги оптимал ҳарорати 1415 °С лиги аниқланган;

«куруқ қайта ишлаш» усули билан ФИСМ олишнинг такомиллаштирилган технологияси ва стандарт талабларига жавоб берувчи юқори сифатли иссиқлик сақловчи материаллар ишлаб чиқилган;

олинган ФИСМнинг физик-механик ва термотехник кўрсаткичлари ҳамда намуналарнинг иссиқликдан камайиши ва иссиқлик ўтказувчанлиги аниқланган.

### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва шамот асосида импорт ўрнини босувчи оловбардош таркибларни олиш имконияти яратилган;

«базальт:каолин:шамот» тизими асосида ФИСМ олишнинг рационал технологик тизимлари ишлаб чиқилган ва жараённинг технологик режимлари аниқланган;

маҳаллий хомашёлар асосида янги турдаги ФИСМ ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган принципаал технологик схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Кимёвий ва физик-кимёвий (рентгенфаза, ИҚ-спектроскопик) таҳлил натижалари, Навоий кон-металлургия комбинати Марказий илмий тадқиқот лабораториясида амалиётга жорий қилинганлиги ҳақидаги далолатнома билан тасдиқланган.

### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти янги турдаги самарали ФИСМ олиш технологиясини ишлаб чиқишга асос бўладиган, таркибида «базальт:каолин:шамот» тизимининг юқори ҳароратларда ўзаро таъсирлашуви бўйича янги илмий маълумотлар олинган. Янги турдаги футеровкали иссиқликдан сақловчи материаллар олишнинг мақбул таркиби, компонентлар нисбатлари ва жараёни олиб боришнинг технологик тартибларининг илмий асосланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, маҳаллий хомашёлар асосида тайёрланган ФИСМлар кам қувватли, енгил металлларни эритишда ишлатиладиган печларнинг ички юзасини футеровкалаш учун хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Айдаркул базальти асосида иссиқлик сақловчи материаллар таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:



футеровкали иссиқлик сақловчи материаллар Навоий кон-металлургия комбинати Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2020 йил 23 ноябрдаги 02-06-07/11643-сон маълумотномаси). Натижада, мамлакатимизга импорт бўлиб кираётган ушбу турдаги маҳсулотларни арзон таннархли маҳаллий ФИСМларга алмаштириш имконини берган;

базальт асосида иссиқлик сақловчи материаллар технологияси Навоий кон-металлургия комбинати Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида амалиётга жорий этилган («Навоий кон-металлургия комбинати» ДКнинг 2020 йил 23 ноябрдаги 02-06-07/11643-сон маълумотномаси). Натижада, футеровкали иссиқликдан сақловчи материаллар энгил металлларни эритиш печларининг ички девориларига қоплаш ва таъмирлаш давомийлигини 1,8 йилдан 2,5 йилгача узайштириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқотнинг натижалари 3 та республика ва 4 та халқаро илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий ишлар чоп этилган. Жумладан диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 5 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 2 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 108 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги баён қилинган ва натижаларнинг амалиётга жорий этилиши берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Иссиқликдан сақловчи материалларни ишлаб чиқариш технологиясининг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболларининг таҳлили**» деб номланган биринчи бобида адабиётлар шарҳи келтирилган бўлиб, унда иссиқликдан сақловчи материаллар ишлаб чиқаришининг ҳолати кўриб чиқилган. Дунё ва мамлакатимиз илмий-техник манбаларидан олинган материалларни ўрганиш ва таҳлил қилиш натижасида энгил металлларни эритиш печини футеровкалаш учун иссиқликдан сақловчи материалларни ишлаб чиқаришда магнезиал ва бошқа қимматбаҳо минерал хомашёлардан фойдаланилганлиги аниқланди.

Ўзбек олимларининг ноанъанавий гилли хомашёлардан иссиқликдан сақловчи керамик материалларни олиш илмий тадқиқотлари бўйича ижобий баҳо берилган. Шунинг учун, бу омил маҳаллий сочилувчан ва гилли материал хомашёларидан футеровкали гишт шаклидаги ФИСМни олиш технологиясини яратиш ва уни республика рангли металлургия саноатининг эритиш печларида қўллаш зарурлигини кўрсатади. Адабиёт ва патент манбалари таҳлили натижасида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилди.

Диссертациянинг **«ФИСМ намуналарининг физик-механик хусусиятларини аниқлаш усуллари»** деб номланган иккинчи боби Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва шамотлар асосида иссиқликдан сақловчи материалларнинг таркибини, ҳар хил хоссаларини ва бошқа ўзига хос хусусиятларини аниқлашнинг кимёвий, ҳамда замонавий физик-кимёвий таҳлил усулларига бағишланади.

Дастлаб Айдаркул базальти, Карнаб каолини хомашёларнинг моддий таркиб хусусияти, иссиқлик билан ишлов берилган массаси ўрганилди. ФСИМ намуналарини тадқиқ қилиш жараёнида физик-кимёвий усуллар кимёвий, рентген, микроскопик, ИҚ-спектроскопик усуллар ёрдамида амалга оширилди.

Иссиқлик сақловчи материаллар таркибини ташкил этувчилар миқдорини аниқлашда Bruker AXS D8 Advance, Bruker, Germany дифрактометрдан фойдаланилди. Cu-K $\alpha$  – катод, қадам – 0,05, тезлиги 2 град./мин. Рентген тасвирларини ўқиш учун Match! program package (Crystal Impact GbR, Bonn, Germany) дастуридан шунингдек оптик таҳлилдан фойдаланилди.

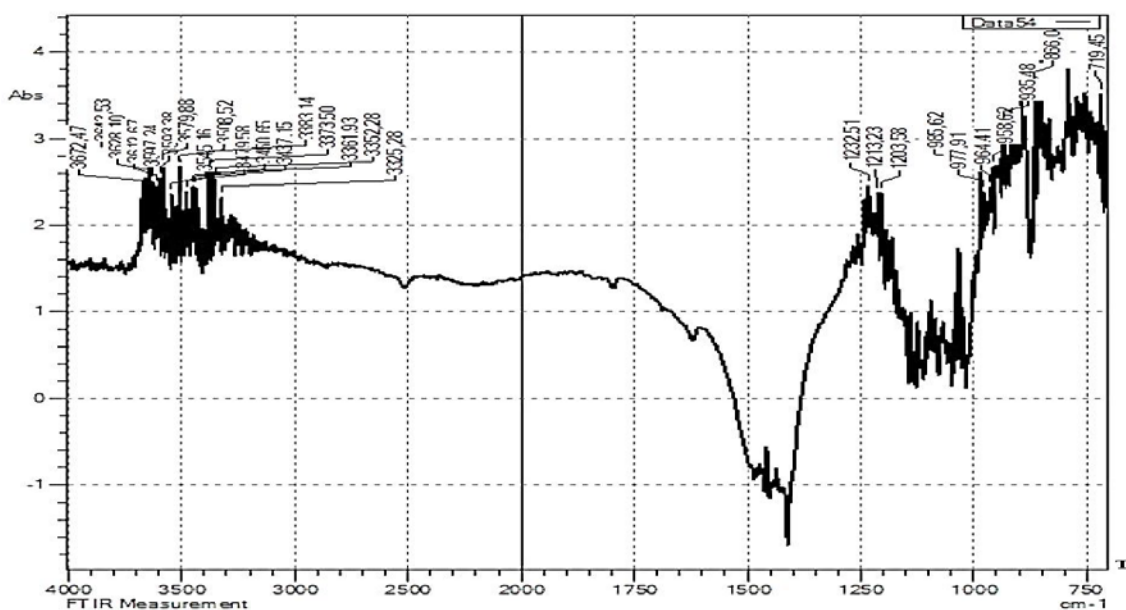
Дифференциал-термик таҳлилда хомашёларнинг фазалар ўзгариши, барқарорлик диапазони ёки ўрганилаётган материаллар ва тажриба намуналарини ҳарорат ўзгариши билан содир бўладиган ўзгаришларини RLabsysEvo-1A Setaram ускунасида ўрганилди. Т-900, ТГ-200, ДТА–1/10 платинали тигельни қиздириш тезлиги 10 град./мин.ни ташкил қилди. Эталон сифатида Al $_2$ O $_3$  дан фойдаланилди. Аноорганик моддалар ва иссиқлик сақловчи материалларни ташкил этувчи таркибининг ўзгаришларини аниқлаш учун ИҚ-спектрометрия усули қўлланилди. Намуналарнинг ИҚ-спектрлари 850-1050 см $^{-1}$  оралиғида BRUKER, TENSOR 27-3772 спектрофотометрида олинди.

Диссертациянинг **«Базальт, каолин, шамот асосида иссиқликдан сақловчи футеровкали материалларнинг таркибини ишлаб чиқиш»** деб номланган учинчи бобида ўтга чидамли ФИСМ иссиқликни сақловчи материаллар ишлаб чиқариш мақсадида, Айдаркул ва Қарнаб конлари хомашёларнинг физик-кимёвий хусусиятлари ўрганилган.

Айдаркул базальт конининг 15 та жойидан олинган намуналарининг кимёвий таҳлил натижалари асосида ўртача таркиби (масс.%): SiO $_2$ -57,1; TiO $_2$ -2,1; Al $_2$ O $_3$ -9,5; CaO-9,4; MgO-3,0; FeO-5,3; Fe $_2$ O $_3$ -3,4; K $_2$ O-0,13; Na $_2$ O-3,4; MnO $_2$ -0,08; P $_2$ O $_5$ -0,04; H $_2$ O-1,04 бўлган базальт намунаси танлаб олинган. Булардан базальт тоғ жинсининг таркибий қисмида магний,

натрий, кремний, темир, алюминий, кальций ва бошқа кимёвий элементлар эса кам миқдорни ташкил қилади. Базальтнинг фаза таркиби ва ҳароратда ўзини тутиш ҳолатлари ИҚ-спектроскопик, рентген ва дифференциал термик таҳлил усуллари билан ўрганилди.

Nicolet-6700 ускунасида олиб борилган ИҚ-спектроскопик тадқиқотлар базальт жинсларининг структуравий хусусиятлари ва таркибий қисм материалларнинг ҳолатини аниқлаш имконини берди. Тадқиқот натижалари 1-расмда келтирилган.



1-737,0  $\text{cm}^{-1}$  - ютилиш чизиғи; 2-474,1  $\text{cm}^{-1}$  - кремний кислотодли тетраэдрик тебраниш

**1-расм. Айдаркул кони базальтнинг ИҚ-спектри**

737,0  $\text{cm}^{-1}$  ютилиш чизиғи Si-O-Si боғланишларининг деформацион тебранишларига тегишли бўлиб, 474,1  $\text{cm}^{-1}$  бўлса кремний кислотодли тетраэдрик тебранишларга мос келади. Базальтнинг суюқланиш маҳсулотларининг ИҚ-спектрлари алюминий оксидининг кремний кислотод полианионининг тўрини қуриб битказиши ва ўзи  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  кўринишида тасвирланиши ҳақида хулоса беради. Бу жараёнда темир оксидининг қатнашиши  $[\text{Fe}^{2+}\text{O}_{4/2}]$  кўринишидаги тетраэдрик координацияси материалда кўшимча иссиқлик бардошлиликни пайдо қилади.

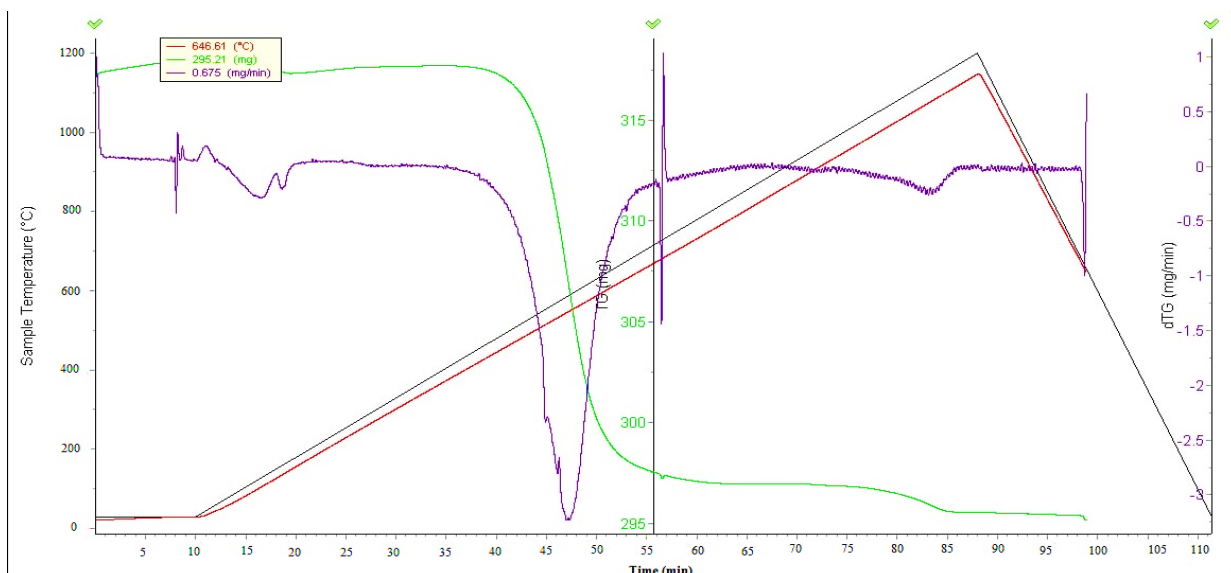
Базальтнинг рентгенографик тадқиқот натижалари кристалл фазанинг минералогик таркиби (масс.%) кальцит  $\text{CaCO}_3$ -29,8; альбит  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ -27,7; кварц  $\text{SiO}_2$ -57,1; (Mg, Fe, Al, Ti), (Ca, Na, Mg, Fe)  $(\text{SiAl})_2\text{O}_6$ -6,6 ишқорий базальтдан ташкил топганини кўрсатди.

Дифференциал термик анализ асосида 80-2400  $^\circ\text{C}$  да термолиз жараёнининг эндотермик эффекти кузатилиб, бу гилли аралашмаларнинг парчаланиши ва гигроскопик сувнинг йўқотилиши натижасида содир бўлиши аниқланди.

520  $^\circ\text{C}$  ҳароратда эндотермик эффект чизиқларининг сусайиши ва массанинг бироз ортиши кузатилади, бу базальтнинг таркибий қисмининг

ўзаро ўзгаришига мос келади. Бундан ташқари 150-700 °C ҳарорат оралиғида масса йўқотилиши 11,46 %, 750-1200 °Cда - 23.7% эканлиги аниқланди. Бу ҳолатни оксидловчи муҳитда 600-900 °C гача қиздирилганда оливин, темир монооксиди темир (III) оксидигача оксидланади ва оливин, форстерит ( $2\text{MgOSiO}_2$ ) ва клиноенстатит ( $\text{MgOSiO}_2$ )га ўтади, деб тушунтириш мумкин. 1200 °C дан юқори температурада темир оксиди форстерит билан ўзаро таъсирлашиб магний метасиликат ҳосил қилади.

Қарнаб кони каолинининг таркиби ва хоссалари (эриш нуқтаси, зичлиги, ғоваклиги, иссиқлик ўтказувчанлиги, солиштирма иссиқлик сиғими ва бошқалар.) ўрганилди. Таққослаш мақсадида Алянс, Заҳқудуқ, Урозали ва Алтынтау конларининг кимёвий таркиби ва заҳира миқдорлари аниқланди. Минералнинг кимёвий таркибида алюминий оксиди (31 % гача) кремний оксиди (65 % гача) мавжудлиги аниқланди. Уларнинг кимёвий формуласи асосан  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ га тўғри келади. Бу конлар ичида Қарнаб каолини заҳираси (ғарб қисмида 196 минг тонна ва шарқий қисмдаги участкада 576 млн.тонна) етарлича бўлиши ҳамда таркибида кремний, алюминий ва темир оксидлари кўплиги билан алоҳида ажралиб туради.



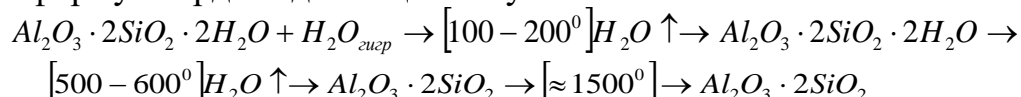
**2-расм. Қарнаб кони каолинининг дериватограммаси**

Қарнаб кони каолинининг термик ўзгаришларини аниқлаш мақсадида, дифференциал термик таҳлиллар RLabsysEvo-1A Setaram ускунасида олиб борилди. Тадқиқот натижалари 2-расмда келтирилган.

Дериватограмма натижаларидан жараён 236-950 °C оралиқларида кечиши аниқланди. Бу ерда масса йўқотиш 6,34 % дан 19,8 % гача бўлиши маълум бўлди. 950 °C дан кейин ҳеч қандай масса йўқотилиши кузатилмади.

Қарнаб кони каолини асосида шамот синтези куйидаги тарзда тайёрланди. Олдиндан бойитилган Қарнаб каолинидан тахминан 10 кг (шахтали печнинг ҳажмидан келиб чиқиб) олинди. Каолин юқори ўтга чидамлилиқ, паст пластиклиқ ва боғловчилик хусусиятига эга.

Умуман олганда, каолинга иссиқлик таъсирида ишлов бериш вақтида унда куйдириш таъсиридаги фазалар ўзгаришлари кузатилди ва бу жараёни куйидаги формула ёрдамида изоҳлаш мумкин:



Қарнаб кони каолини асосида шамот синтез қилиш тадқиқотлари 1300-1500 °С да олиб борилди. Каолинга иссиқлик билан ишлов бериш жараёнида уларнинг кимёвий таркиби ўзгариб,  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  шамотга айланди.

Лаборатория шароитида, «базальт:каолин:шамот»нинг нисбатлари (мас.%): 20:50:30; 30:30:40; 30:20:50; 40:50:10; 60:20:20; 70:10:30 ва 50: 30: 20 тарзда тайёрланди. «Базальт:каолин:шамот» аралашмалари нисбатларининг бундай танланиши, каолин заррачаларининг дисперцияланишининг тақсимотига ижобий таъсир кўрсатиши ва аралашма таркибини қайта структураланишида муҳим роль ўйнаши билан изоҳланади.

ФИСМни «базальт:каолин:шамот» дан юқоридаги нисбатларда олишда, тайёрланган масса 0,09-0,074 мм гача янчилди. Тайёр бўлгач, нам футеровкаладиган омукта 150 МПа босим остида прессланди. Ҳамма намуналар (футеровкали ғиштлар) 200 °С да қуритишдан кейин пишириш жараёнида 1200-1450 °С да олиб борилди. Тадқиқот натижалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

ФИСМ учун минерал хомашёнинг мақбул нисбатларини аниқлаш бўйича олинган тажриба тадқиқот натижалари

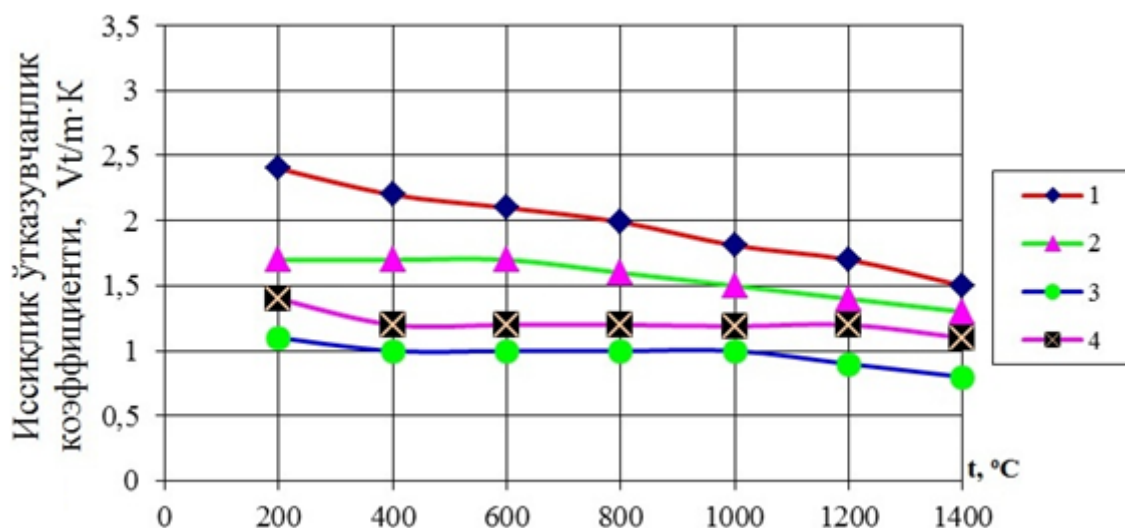
№	ФИСМ ни ташкил этувчиларининг номи	Компонентларнинг нисбатлари, %	Футеровка материал намуналарининг пишишдаги натижалари					
			Пишириш ҳарорати, °С					
			1200	1250	1300	1350	1400	1450
1.	«базальт: каолин: шамот»	30:30:40	дарз кетган	-	-	-	-	-
2.		30:20:50	турғун	дарз кетди	-	-	-	-
3.		40:50:10	турғун	турғун	парчalandи	-	-	-
4.		50:40:10	турғун	турғун	турғун	турғун	парчalandи	парчalandи
5.		60:10:30	турғун	турғун	турғун	турғун	барқарор	парчalandи
6.		70:20:10	турғун	турғун	турғун	турғун	суюқланди	
7.		50:30:20	барқарор	барқарор	барқарор	барқарор	барқарор	

Тажриба натижаларидан кўриниб турганидек, «базальт:каолин:шамот» массанинг 50:30:20 нисбатида жараёнинг барқарор оптимал пишириш

харорати аниқланди. 50:30:20 масса нисбатининг кейинги пиширишдаги хароратини 1450 °C гача кўтариш ижобий натижалар бермади.

ФИСМ олиш жараёнини ўрганиш ва унинг натижаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, «базальт:каолин:шамот» композициясининг 50:30:20 масса нисбатлари футеровкали материал ишлаб чиқариш учун энг мақбул вариант ҳисобланади.

Базальт, каолин, ФИСМ нинг 50:30:20 мақбул нисбати ва шамотнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг хароратга боғлиқлигини ўрганиш натижалари 3-расмда келтирилган.



**3-расм. 1-базальт, 2-каолин, 3-ФИСМнинг 50:30:20 нисбати ва 4-шамотнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг хароратга боғлиқлик графиги**

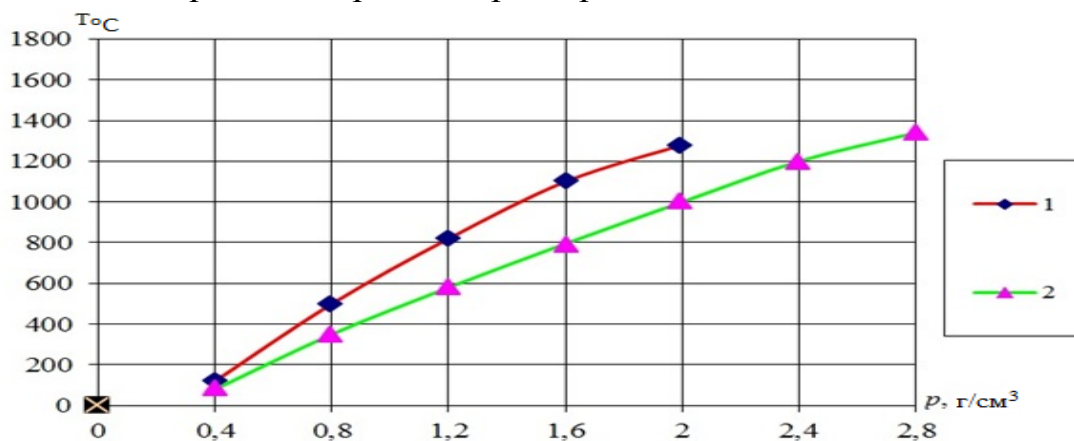
Тадқиқот натижаларига кўра, иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг хомашё ва тайёр маҳсулотларда хароратнинг 200 дан 1400 °C гача кўтарилиши билан 2,3 дан 0,8 Vt/m·K гача ортиши кузатилди. ФИСМ нинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентининг энг паст кўрсаткичига эга бўлиб, 1400 °C да 0,8 Vt/m·K ни ташкил этди.

Каолиннинг омухтадаги миқдори ва куйдириш хароратининг ФИСМнинг зичлигига таъсири ўрганилди. Омукта таркибида каолин миқдори 20% бўлганда куйдириш харорати 200 дан 1300°C хароратга кўтарилганда ФИСМнинг зичлиги 2,1 г/см<sup>3</sup> бўлиши, айти пайтда омухта таркибида каолин миқдори 30% га етказилганда куйдириш хароратини 200 дан 1400°C гача кўтарилиши ФИСМнинг зичлиги 2,8 г/см<sup>3</sup> га ошиши кузатилди. Куйдириш жараёнида омухта таркибидаги каолин миқдорининг ФИСМнинг зичлигига таъсири тадқиқот натижалари 4-расмда келтирилган.

Дастлабки ФИСМ омухтасининг ва унинг термик ишлов берилгандан сўнгги маҳсулотининг фазовий таркиблари рентгенографик таҳлиллар ёрдамида ўрганилди.

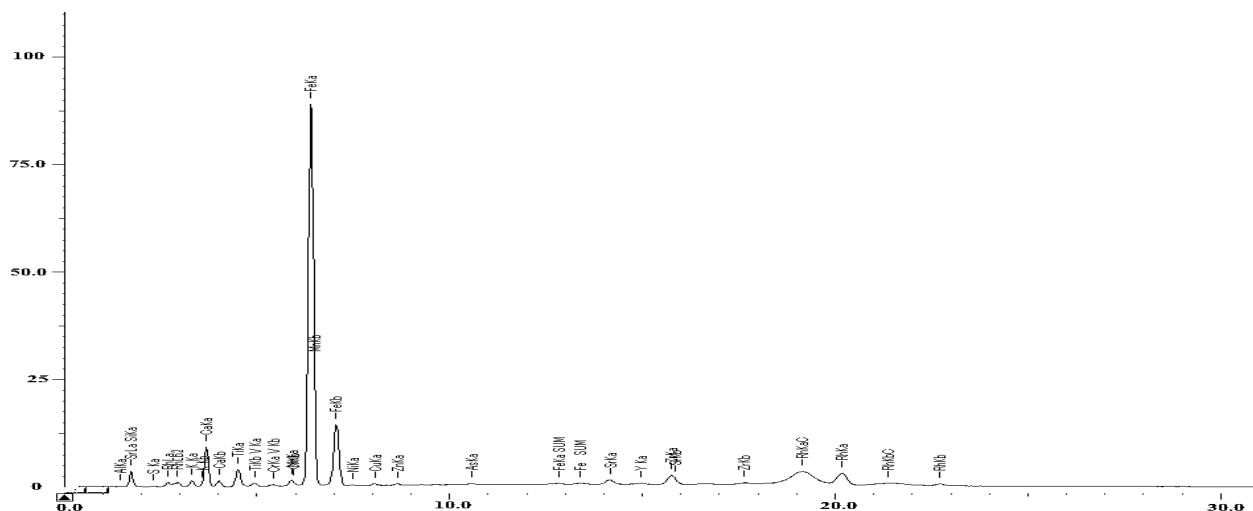
Bruker AXS D8 Advance қурилмасида ўтказилган рентгенографик таҳлилларга кўра, материалларнинг кристалл фазалари кальцит, анортит,

хлорит, оз миқдордаги магнетит ва альбитдан иборатлиги кўрсатилди. 5-6-расмларда 50:30:20 масса нисбатда олинган «базальт:каолин:шамот» аралашмасининг рентгенограммалари берилган.

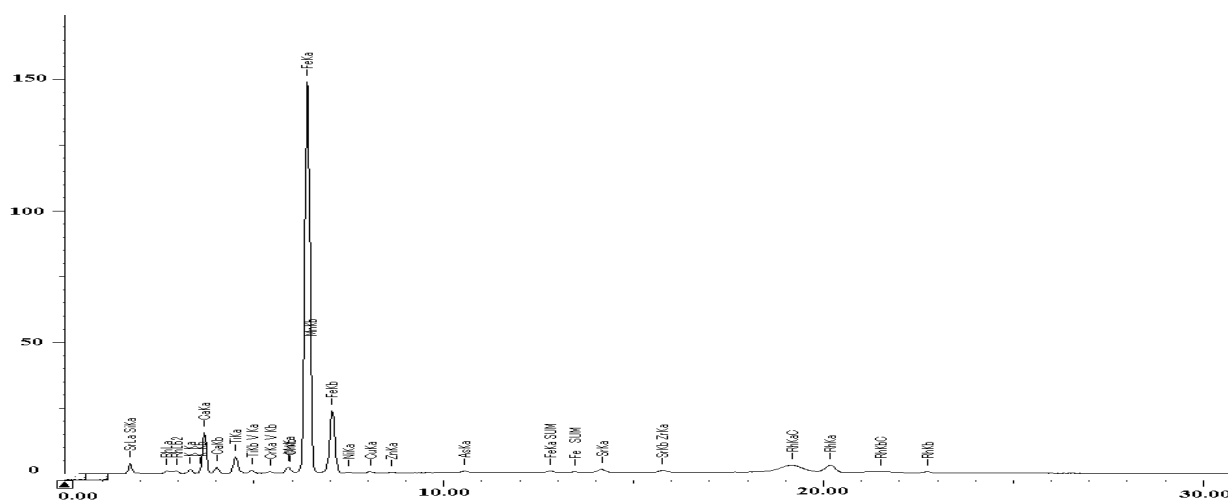


1 – 20% каолин учун; 2 – 30% каолин учун

**4-расм. Куйдириш жараёнида омухта таркибдаги каолин миқдорининг ФИСМ зичлигига таъсири**



**5-расм. «Базальт:каолин:шамот» таркибли омухтанинг куйдирилмасдан олдинги рентгенограммаси**



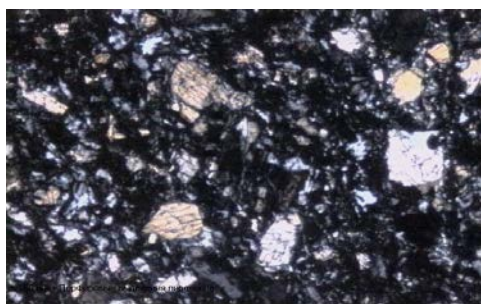
**6-расм. «Базальт:каолин:шамот» таркибли ФИСМнинг рентгенограммаси**

Дифференциал термик таҳлил натижаларига кўра, иссиқлик сақловчи материални вақт бирлигидаги иссиқликка бардошлилик ва енгил металлларни 900-1400 °С ҳарорат оралиғида суюлтириш кўрсаткичи билан баҳоланади.

Куйдирилмаган омухта ва омухтани термик ишлов бериб олинган ФИСМ мос келадиган мустаҳкамликка ва стандарт шаклга эга бўлиб, барча технологик талабларга жавоб беради. Баён қилинганлар рентгенографик тадқиқот натижалари билан ўз тасдиғини топган.

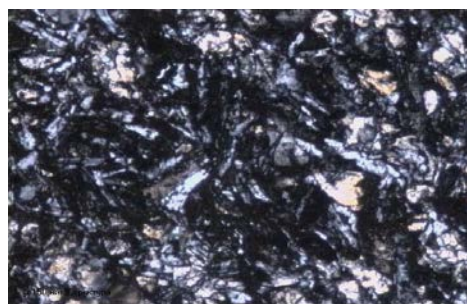
7-8-расмларда дастлабки базальт ва «базальт:каолин:шамот» таркибли маҳаллий хомашёларнинг мажмуасидан тайёрланган омухтанинг пишишгача ва пишишдан кейинги микроструктуралари МБС-10 микроскопидаги тасвирлари келтирилган.

Айдаркул кони базальти майда порфирланган жинс бўлиб, аллотриаморф заррачали структурага эгаллиги аниқланган. ФИСМнинг микроскопик тасвирлари жинснинг структураси пишишдан олдин ва кейин ҳар хил кўринишга эгаллиги аниқланди. Бунда компонентлар жойлашуви тартибланган ва элементларни ташкил қилувчиларини бириктирувчилари бирикмалар эканлиги илмий асосланди.



а)

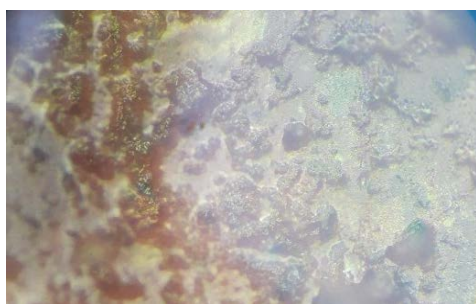
а) майда-порфирланган;



б)

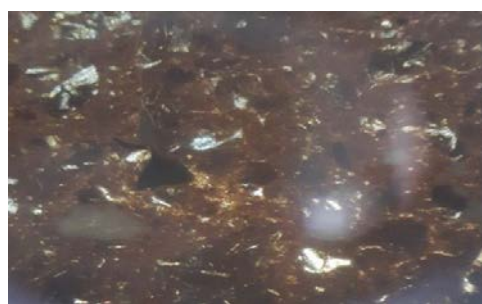
б) афирланган структура, х150

**7-расм. Айдаркул кони базальтининг микроструктураси**



а)

а – омухтанинг пишишгача;



б)

б – омухтанинг пишишдан кейинги кўриниши, х100

**8-расм. ФИСМнинг микроскопик расмлари**

2-жадвалда классик ва таклиф этилаётган материал таркибларининг физик-механик тавсифлари, ҳамда ФИСМнинг технологик сарф-харажатлари ҳақидаги маълумотлар келтирилган.



Классик ва таклиф этилаётган материал таркибларининг физик-механик тавсифлари ҳамда ФИСМнинг технологик сарф-ҳаражатлари

Маҳсулот номи	Намуналар	Футеровкали ғиштларнинг хоссалари					Тайёр маҳсулот таннарҳи сўм
		Рухсат этилган пишиш ҳарорати °С	Ўртача зичлик, г /см <sup>3</sup>	Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти $Vt/(m \cdot K)$ .	Ранг	Маҳсулот массаси кг	
Шамотли футеровкали ғишт	№1	1200÷1550	1,8-1,9	1,8	Жигар ранг	3,8	17000
Жигар ранг Қизил ғишт	№2	700-750	1,6	1,8	Кул ранг	3,2	15000
Клинкерли ғишт	№3	1100÷1200	1,9-2,1	1,9	Оқ	4,0	17000
Базальтли футеровкаланган ғишт	№4	1200÷1415	2,8	0,8	Куйдирилган кўнғир ранг	4,2	12560

Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики, яратилган ФИСМ таннарҳи классик усулда олинган иссиқликдан сақловчи маҳсулотлардан бир неча баробар арзон ва технологик кўрсаткичлари бўйича қолишмайди.

Диссертациянинг «Базальт асосида футеровкали иссиқликдан сақловчи материаллар олишнинг технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобида Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва унинг асосида синтез қилинган шамотдан олинган ФИСМ «Бекобод огнеупор» ишлаб чиқариш кўшма корхонасида синалган ва ижобий баҳо берилган.

Ўтказилган тажриба синов ва назарий тадқиқотлар натижасида ҳамда жаҳон тажрибасидан олинган маълумотлар «базальт:каолин:шамот» компонентларининг комбинациясидан ташкил топган базальтли ФИСМ масса улуши: 50:30:20 юқори иссиқлик сақловчанлиги, эксплуатацион ва технологик тавсифлари билан ажралиб туришини кўрсатди.

Диссертацияда тавсия этилган хомашёларни тайёрлаш ва ФИСМнинг «куруқ қайта ишлаш» усули ёрдамида ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси 9-расмда келтирилган бўлиб, улар ФИСМ ишлаб чиқаришни тўлиқ акс эттиради. Каолин хомашёси юкланадиган бункер (1) га йуналтирилади, базальт юкланадиган бункер (2) га ва шамот (3) юкланадиган бункерга тушади. Аралашмани ташкил қилувчиларини тайёрлаш учун «базальт:каолин:шамот» минерал массалари 50:30:20 нисбатда куракли аралаштиргич (4) га тушади. Ҳосил бўлган аралашма майдалагич ШД-6 (5) га юборилади. У ерда аралашмадаги компонентларнинг ўлчами 5÷6 мм гача майдаланади. Шундан кейин, майдаланган аралашма ғалвир (6) га ўтказилади. Кейин майдаланган хомашё ғалвирга берилади. Ғалвирда

аралашма панжара усти (+5 мм) ва панжара ости (-5 мм) ярим маҳсулотларига ажралади.



1 – каолин юкланадиган бункер; 2 – базальт юкланадиган бункер; 3 – шамот юкланадиган бункер; 4 – куракли аралаштиргич; 5 – майдалагич; 6 – ғалвир; 7 – қуритиш барабани; 8 – шарли тегирмон; 9 – аралаштиргич; 10 – қолиплаш агрегати; 11 – қуритиш конвейери; 12 – тунелли печь

### 9-расм. «Базальт:каолин:шамот» асосидаги ФИСМни ишлаб чиқаришнинг принциал технологик схемаси

Панжара усти маҳсулоти қайта майдалашга юборилади, панжара ости ярим маҳсулоти ундаги намликни йўқотиш учун қуритиш печи (7) га ўтказилади. Қуритишдан кейин эса ярим маҳсулот шарли тегирмон (8) га юборилади. Барча жараёнлар металлургия саноати технологик талаблари асосида амалга оширилади. Шу сабабли, янчилган тоғ жинслари массаси талаби буйича 90 % гача миқдорда 0,074 ммли ўлчамли зарралардан иборат бўлиши талаб этилганлиги сабабли, шу ўлчам назоратда сақланади. Кейин янчилган масса аралаштиргич (9) га тушади, сўнгра эса шакл бериш, яъни қолиплаш агрегати (10) машинасига берилади. У ерда алоҳида формага эга бўлган маҳсулот қуритиш конвейери (11) орқали ўтказилади. Кейин эса охириги вазифа, маҳсулот куйдиришга юборилади. Куйдириш жараёни 6 соат мобайнида 1200-1450 °С ҳарорат оралиғида амалга оширилади. Ниҳоят, олинган маҳсулот тайёр базальт асосидаги ФИСМ бўлиб, амалда қўлланилишга тайёр бўлади.

Хулоса қилиб айтганда, маҳаллий базальт минерали асосида олинадиган футеровкали иссиқлик сақловчи материаллар амалда қўлланишга яроқли эканлиги исботланди. Улар кам қувватли енгил металлларни эритиш печларининг ички деворини қоплама материали сифатида ишлатиш ижобий натижалар билан яқунланди. Диссертацияда келтириб ўтилган бу амалларнинг, барчаси тажрибалар асосида текшириб кўрилди ва стандарт

талаблар орқали таққосланилди ва НКМК Марказий лабораторияси қуйиш синов цехида текшириб кўрилиб, ижобий баҳо олинди.

Аниқландики, таклиф қилинган футеровкали иссиқлик сақловчи материалда каолин ва шамотнинг бўлиши ФИСМ оловбардошлилигини 1415°C хароратгача кўтариш имконини берди.

Шундай қилиб, масса %: 50:30:20 таркибли ФИСМнинг тажриба намуналари Навоий кон-металлургия комбинати ДК Марказий илмий-тадқиқот лабораторияси шароитида ва «Бекабад огнеупор» ҚК шароитида ишлаб чиқариш синовларидан ўтди ва далолатномалар билан тасдиқланди.

## ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Илк бор Айдаркул базальти, Қарнаб каолини ва унинг асосида синтез қилинган шамот хомашёларидан эксплуатацион кўрсаткичлари яхшиланган ФИСМнинг янги авлод турини олиниши назарий асосланди ва тажрибалар орқали тасдиқлаб берилди. Бу маҳаллий хомашёларнинг физик-кимёвий, механикавий ва бошқа хоссалари, жумладан, термик ишлов беришдаги фазавий алмашинувлари аниқланди.

2. Турли хил фракцияларда янчилган каолинни куйдириб шамот синтез қилиш жараёнида пиширишнинг оптимал хароратлари 1500 °С эканлиги аниқланди. Тайёрланган шамотнинг диаметри - 2 мм, намликни ютиш коэффициенти - 5-7 %, суюқланиш харорати -1550-1650 °С эканликлари аниқланди. Синтез қилинган шамот ФИСМнинг юқори физик-механикавий ва юқори хароратларга чидамлилигини ошириб бериши илмий асосланади.

3. Кенг камровли илмий изланишлар натижасида, таркибида юқори оксидлар-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> ва MgO сақловчи базальт, каолин ва шамот асосида «куруқ қайта ишлаш» усулидан фойдаланиб, ФИСМ олишнинг физик-кимёвий асослари аниқланди. Кўп сонли тадқиқотлар натижасида «базальт:каолин:шамот»нинг оптимал таркиби 50 % базальт, 30 % каолин ва 20 % шамот эканлиги, ҳамда пиширишнинг оптимал харорати 1415 °С эканлиги аниқланди. Оптимал таркиб асосида тайёрлаган ФИСМнинг иссиқликка чидамлилик хусусияти 200 сменагача иш давомийлиги сақланиши, зичлиги -2,8 г/см<sup>3</sup> га, оловбардошлилиги -1400 °С га ва иссиқлик ўтказиш коэффициенти - 0,8, Vt/(m·K)га тенглиги илмий асосланади. Натижада эксплуатацион хусусиятлари ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари импорт аналогларидан устун бўлган, янги авлод футеровкали иссиқликдан сақловчи материаллар технологияси тавсия этилади.

4. Яратилган футеровкали композициянинг барча физик-механик, иссиқлик-терик ва эксплуатацион хоссалари ўрганилди. Технологик омилларнинг маҳсулот хоссаларига, заррачаларнинг тенг тақсимланишига, намликка ва формовка қилишга таъсири ўрганилди. Хомашёни дастлаб ишлов беришда уни қабул қилишдан бошлаб, тайёр маҳсулот бўлиб чиққунга

қадар бўлган жараённинг принципиал технологик схемаси таклиф қилинди ва унинг тўлиқ таснифи берилди.

5. Хомашёлар ва тайёр маҳсулотлар таҳлиллари бўйича ўтказилган физик-кимёвий, иссиқлик-физик, ИҚ-спектрометрик, ренгенофаза, микроскопик каби комплекс илмий-тадқиқотлар тадқиқот натижаларининг ишончилигини таъминлади. Яратилган ФИСМларни 1100-1400 °Сда ишловчи кам қувватли енгил металлларни эритиш печларида қўллаш бўйича таклифлар берилди.

6. Олинган ФИСМларга «Бекабад огнеупор» ҚКда ва ЎзР ФА қошидаги «СТРОМ» ИТ ва ИМ, ҳамда НКМК Давлат корхонаси Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида ўтказилган синовлар бўйича ижобий хулосалар берилди ва бу ҳақда далолатномалар расмийлаштирилди. ФИСМлар НКМК Давлат корхонаси Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида енгил металлларни эритиш печларининг ички деворларини қоплашга тадбиқ қилинди. Натижада таъмирлаш давомийлиги 1,8 йилдан 2,5 йилгача узайгани қайд қилинди ва ижобий хулосалар берилди.

7. Ишлаб чиқилган ФИСМ экологик муаммоларни ҳал қилишда хизмат қилади ва иқтисодий ҳамда ижтимоий самарага эга. Таклиф қилинаётган технологиянинг техник-иқтисодий самарадорлиги ҳисоб-китоблари янги турдаги маҳсулот таннарҳининг амалдаги аналогларига нисбатан 2 баробар арзон эканлигини кўрсатади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**РАШИДОВА РАЪНО КАЙИМОВНА**

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ  
БАЗАЛЬТОВ АЙДАРКУЛЯ**

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

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

**Нукус – 2021**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/T983 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.**

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.karsu.uz](http://www.karsu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Курбанов Абдирахим Ахмедович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Сейтназаров Атаназар Рейпназарович</b> доктор технических наук
	<b>Искендеров Ахмет Максетбаевич</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Бухарский государственный университет</b>

Защита диссертации состоится «24» сентября 2021 года в «14<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, 1. Тел.: (99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за №47 Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1).Тел.: (99861) 223-60-47.

Автореферат диссертации разослан «06» сентября 2021 года.  
(реестр протокола рассылки №2 от «06» сентября 2021 года).

**Реймов А.М.**

Председатель научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., профессор

**Курбаниязов Р.К.**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученой степени, к.т.н., доцент

**Туремуратов Ш.Н.**

Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени, д.х.н.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире спрос на различные виды огнеупорных и футеровочно-теплоизоляционных материалов (ФТМ) растет год за годом. Причина этого обстоятельства заключается в том, что данные виды теплоизоляционных материалов широко используются в печах цветных и легких металлов, которые играют важную роль для развития отраслевой экономики. В связи с этим, большое значение приобретает разработка технологии получения ФТМ с высокими термическими и физико-механическими показателями на основе местного алюмосиликатного и керамического сырья.

В мире ведутся научные исследования по разработке футеровочных теплоизоляционных материалов, по использованию современных инновационных технологий для их получения, разработке высокотемпературных технологических процессов и режимов, материалов из дешевого сырья, устойчивых к высоким температурам, а также имеющих физико-химические свойственные показатели и экологическую чистоту. В связи с этим необходимо уделять особое внимание на обжиговые процессы, где на начальной стадии переработки сырьевых материалов происходят физико-химические изменения, происходящие у полуфабрикатов и их дополнителях, созданию керамически-кристаллической фазы, оказывающее различное влияние на объединение базальтово-каолиновой, шамотовой связки играющую роль связывающего звена, фракционный состав, а также определение влияния на образцов полученных на основе базальтов, каолина и шамота и разработка технологии получения оптимального состава.

В республике выполнен ряд научно-практических работ по внедрению передовых научно-обоснованных мероприятий и разработке технологий создания и производства новых композиций теплоизоляционных материалов для ответственных отраслей промышленности на основе базальтового и каолинового сырья существующих месторождений. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»<sup>2</sup>. В связи с этим важно выполнить задачи по разработке технологии получения теплоизоляционных материалов на основе базальта месторождения Айдаркуль, каолина месторождения Карнаб и шамота, синтезированного из каолина.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

Президента Республики Узбекистан ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургических предприятий» и ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускорению развития химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики: VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В мире ведется ряд исследований по изучению способов обработки базальта, организации производства различных изделий, композиционных теплоизоляционных и металлоизоляционных материалов.

Результаты различных теоретических и практических исследований, касающихся свойств теплоаккумулятора на основе базальта, отражены в научных трудах А.Ю.Канаева, А.К.Кайракбаева, Е.М.Дятлова, Т.А.Вареникова, Elisa Moretti, З.Р.Кадырова, А.А.Турабаева, А.М.Эргашева, А.О.Третьякова, Е.В.Чекушина, Д.Д.Джигариса., М.Ф.Махова, С.Т.Токунова, Д.Д.Гуламова, Н.Э.Искандарова, И.Х.Хамрабаева, М.И.Искандаровой, А.А.Курбанова, В.Ш.Махмудова и других.

На сегодняшний день особое значение приобретает наличие достаточной информации по разработке футерованных теплоизоляционных материалов на основе местного сырья. Однако, применяется на практике состав футерованных теплоизоляционных материалов, а также срок их службы отличаются друг от друга. Из-за отсутствия технологий и предприятий по производству облицовочных материалов в Узбекистане, более 70% спроса на эти строительные материалы удовлетворяется за счет импорта, несмотря на то, что за последние три года спрос на эти строительные материалы увеличился в 1,5 раза. Исходя из данной проблемы, важно разработать оптимальный состав футерованных теплоизоляционных материалов из местного сырья и обеспечить их материалами, которые будут служить для покрытия внутренних стен плавильных печей легких металлов, используемых на промышленных предприятиях страны. Расчеты реализуемости предлагаемой технологии показывают, что стоимость нового вида продукции в 2 раза дешевле существующих аналогов.

На сегодняшний день в существующей научной литературе не учтены данные по избранным объектам исследования, по смеси «базальт:каолин:шамот» и их ФТМ методом «сухой обработки». Таким образом, существует необходимость в углубленном изучении процесса «сухой обработки» смеси минералов базальта, каолина и шамота.

Помимо данных исследований, поднятых по проблеме в существующей технической литературе, процесс сухой обработки смеси базальта, каолина и шамота требует отдельного изучения этого метода, т.к. метод их разбавления при переработке базальтовых минералов остается уникальным.



**Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горного института по прикладному проекту №А-5-30 – «Разработка эффективной технологии получения огнеупорных и композиционных материалов из местного сырья».

**Целью исследования является** разработка технологии производства теплоизоляционных материалов на основе базальта Айдаркуля, каолина Карнаб и шамота, синтезированного из каолина.

**Задачи исследования:**

изучение химического и минералогического составов базальтов Айдаркульского, каолина Карнабского месторождений, а также получение результатов современными ИК-спектроскопическим, рентгенофазовым и дифференциально-термическим методами исследований;

создание физико-химических основ синтеза шамота на основе каолина месторождения Карнаб и научное обоснование влияния технологических факторов на процесс получения шамота различными способами;

изучение оптимальных условий получения ФТМ из базальта месторождения Айдаркуль, каолина Карнабского месторождения и шамота на основе каолина, с помощью высокотемпературных физико-химических процессов дифференциальным термическим методом анализа;

исследование химических и минералогических составов, а также физико-механических и теплопроводных свойств огнеупорных ФТМ, полученных на основе системы «базальт:каолин:шамот»;

разработка технологии получения теплоизоляционных материалов в системе «базальт:каолин:шамот» методом «сухой переработки» на основе Айдаркульского базальта, Карнабского каолина и шамота и ее непосредственное испытание в производственных условиях;

рекомендация принципиальной технологической схемы производства ФТМ нового поколения из местного сырья на основе полученных научных результатов и предложение ее полной классификации;

оценка экологических и экономических результатов и разработка рекомендации по их использованию для решения различных производственных задач народно-хозяйственного значения.

**Объектом исследования** являются базальты месторождения Айдаркуль, каолинов месторождения Карнаб и полученные из этого каолина путем синтеза шамота.

**Предметом исследования** является разработка состава эффективных ФТМ для футеровки лицевой поверхности внутренних стен маломощных металлоплавильных печей легких металлов, работающих при высоких температурах, исследование физико-химических, механических свойств опытных образцов, процессов высокотемпературного обжига, полное научное обоснование технологии их получения, а также производство продуктов нового поколения.

**Методы исследования.** В диссертации использованы методы химического и физико-химического, рентгеновского, ИК-спектроскопического, ДТА-дифференциального, термического и электронно-микроскопического анализов.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

впервые определен химико-минералогический состав базальта месторождения Айдаркуль и каолина месторождения Карнаб, а также возможность получения импортозамещающих ФТМ из местного сырья;

обосновано получение шамота путем синтеза из каолина Карнабского месторождения и изучены физико-механические и огнеупорные свойства полученных шамотов;

получено новое поколение футеровочного материала в составе «базальт:каолин:шамот» в соотношении мас. 50:30:20 и выявлена оптимальная температура выдержки 1415 °С;

разработаны усовершенствованная технология получения футеровочных изделий с применением метода «сухой переработки» и высококачественные термостойкие материалы, отвечающие стандартным требованиям;

обоснованы физико-механические и теплотехнические показатели полученного ФТМ, а также термическая усадка и теплопроводность образцов.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

создана возможность получения состава огнеупорного ФТМ взамен импортного на основе базальтов месторождения Айдаркуль, каолина месторождения Карнаб и шамота на основе каолина;

разработана рациональная технология получения ФТМ на основе системы «базальт:каолин:шамот» и определены технологические режимы процесса;

разработана усовершенствованная принципиальная технологическая схема производства нового вида ФТМ на основе местного сырья.

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химического и физико-химического (рентгеновского, ИК-спектроскопического) анализа подтверждены актом внедрения в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании и разработки нового типа эффективной технологии получения ФТМ, в состав которой входит система «базальт:каолин:шамот», получены новые научные данные о взаимодействии их при высоких температурах. Оптимальный состав получения футеровки нового вида теплосберегающих материалов объясняется научным обоснованием пропорций компонентов и технологических процедур проведения процесса.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что ФТМ на основе местного сырья служат для футеровки внутренней

поверхности печей, используемых при выплавке маломощных легких металлов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов исследований по разработке составов и технологии получения теплоизоляционных материалов на основе базальтов Айдаркуль:

футеровочные теплоизоляционные материалы внедрены в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» №02-06-07/11643 от 23.11.2020 г.). В результате создана возможность замены импортируемых продукций на более дешевые местные ФТМ;

технология получения теплоизоляционных материалов на основе базальтов внедрена в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината (справка ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» №02-06-07/11643 от 23.11.2020 г.). В результате футеровочные теплоизоляционные материалы нанесены на футеровку внутренних стен плавильных печей легких металлов, что позволило увеличить срок ремонта с 1,8 до 2,5 лет.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 3 республиканских и 4 международных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 14 научных работ. Из них 5 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 108 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, указана степень внедрения результатов в практику, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе «**Анализ современного состояния и перспективы развития технологии производства футеровочных теплоизоляционных материалов**» приведен литературный обзор по состоянию производства теплоизоляционных материалов. В результате изучения и анализа материалов научно-технических источников выявлено, что для производства

футеровочных материалов использованы магнезиальные и другие дорогостоящие минеральные сырья для футеровок плавильных печей легких металлов. Однако, дана положительная оценка работ узбекских ученых на основе тепло-эффективных керамических материалов из некондиционного глинистого сырья.

Поэтому, данный фактор указывает на необходимость создания технологии получения ФТМ применительно в виде футеровочных кирпичей из отопительных и глинистых материалов местного назначения для печей цветной металлургии в республики. В результате анализа литературных источников сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава **«Разработка методики определения физических и механических свойств образцов ФТМ»** посвящена методике изучения составов, различных свойств и других специфических особенностей базальтов месторождения Айдаркуль, каолина месторождения Карнаб и теплоизоляционных материалов на их основе путем применения химических и современных инструментальных методов анализа.

Изучен вещественный состав Айдаркульского базальта, каолинового сырья месторождения Карнаб и термообработанной массы. При исследовании образцов ФТМ применялись физико-химические методы с использованием химических, рентгеновских, микроскопических и ИК-спектроскопических методов.

Для определения количества теплоизоляционных материалов использован дифрактометр Bruker AXS D8 Advance, Bruker, Germany. Катод Cu-K $\alpha$ , шаг – 0,05, скорость 2 град./мин. Условия съёмки – Cu-K $\alpha$  – катод, шаг – 0,05, скорость съёмки 2 град./мин. Для расшифровки рентгенограмм использована программа Match! program package (Crystall Impact GbR, Bonn, Germany), а также оптический анализ.

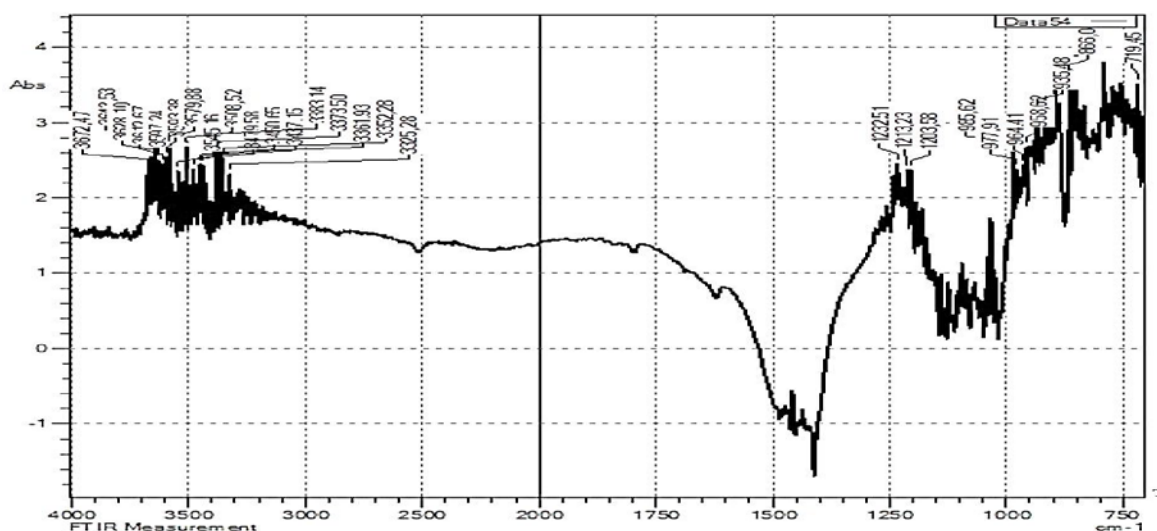
Дифференциально-термический анализ фазового превращения и интервал стабильности или изменения исследуемых материалов и опытных образцов при изменении температуры выполняли с помощью дифференциально-термического анализа, регистрировали на дериватографе, где использовали прибор RLabsysEvo-1A Setaram. Чувствительность гальванометра Т-900, ТГ200, ДТА-1/10, ДТГ-1/20, скорость нагрева 10 град./мин в платиновых тиглях. Запись осуществляли при атмосферных условиях. В качестве эталона использовали Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Исследование структурного изменения базальтов произведено путем изучения термической обработки породы, которое опирается на их свойственные показатели. Для определения изменений неорганического вещества и составляющих использован метод ИК-спектromетрии. ИК-спектры образцов снимали на спектрофотометре BRUKER, TENSOR 27-3772 в диапазоне 850–1050 см<sup>-1</sup>.

В третьей главе диссертации **«Разработка составов футеровочных теплоизоляционных материалов на основе базальта, каолина и шамота»** приведены результаты исследований физико-химических свойств базальтов месторождений Айдаркуль и Карнаб, а также состав огнеупорных ФТМ.

На основе результатов химических исследований 15 проб базальтов выбрана усредненная проба с составом (мас.%): SiO<sub>2</sub>-57,1; TiO<sub>2</sub>-2,1; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-9,5 CaO-9,4; MgO-3,0; FeO-5,3; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3,4; K<sub>2</sub>O-0,13; Na<sub>2</sub>O-3,4; MnO<sub>2</sub>-0,08; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,04; H<sub>2</sub>O-1,04. Из этих породообразующими являются-магний и натрий, кремний, железо, алюминий, кальций, остальные химические элементы в породе составляют незначительное количество. Исследован фазовый состав и температурное поведение базальта методом ИК-спектроскопической, рентгенографической и дифференциально термической методами анализа.

ИК-спектроскопические исследования на приборе Nicolet-6700 позволили выяснить состояние структурных особенностей базальтовой породы и составляющих материалов. Результаты исследования приведены в рис.1.

Полоса поглощения 737,0 см<sup>-1</sup> относится к деформационным колебаниям связи Si-O-Si, а 474,1 см<sup>-1</sup>- соответствует к колебаниям кремний кислородного тетраэдра. Анализ ИК-спектров продукта плавления базальта позволяет сделать вывод, что оксид алюминия достраивает полимерную тетраэдрическую сетку кремнекислородного полианиона и представлен в виде [AlO<sub>4</sub>]<sup>5-</sup>.



1- Полоса поглощения 737,0 см<sup>-1</sup>; 2-474,1 см<sup>-1</sup> кремний кислородного тетраэдра

**Рис. 1. ИК-спектры базальта месторождения Айдаркуль**

Также установлено, что присутствие оксида железа в виде тетраэдрической координации [Fe<sup>2+</sup>O<sub>4/2</sub>] приводит к добавочной теплоизоляционной материала.

Результаты рентгенографические исследования базальта показали, что минералогический состав кристаллической фазы представлен (в мас.%) минералами CaCO<sub>3</sub>-29,8 кальцита; NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-27,7 альбита; SiO<sub>2</sub>-57,1 кварца; щелочного базальта (Mg, Fe, Al, Ti), (Ca, Na, Mg, Fe) (SiAl)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>-6,6.

Методом ДТА выявлена эндотермический эффект процесса термолиза 80÷240 °С что является результатом разложения глинистых примесей и

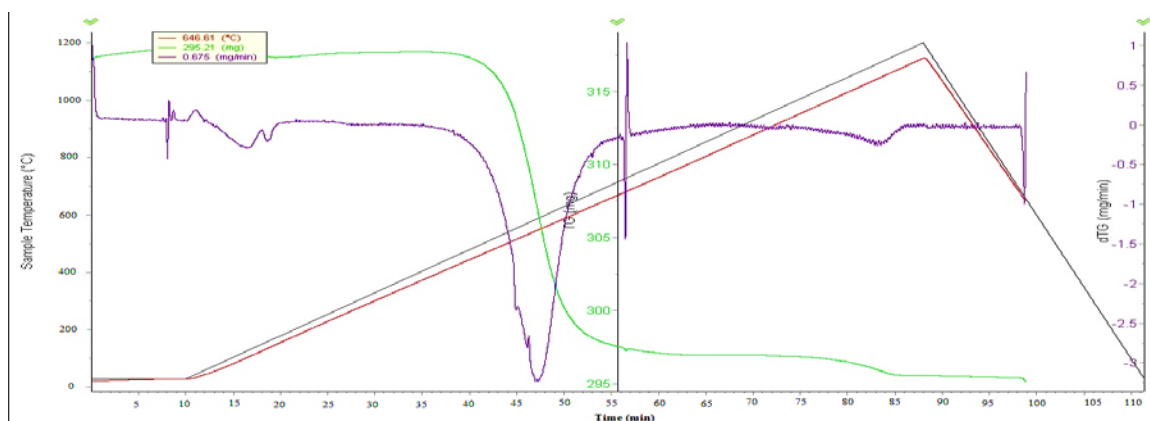
удаление гигроскопические воды. При температуре 520 °С наблюдается ослабление эндотермические эффекты и увеличение незначительно массы, что соответствует взаимопревращению составной части базальтов.

Далее установлено, что потеря массы в интервале температур 150-700 °С составляет 11,46 %, при 750 – 1200 °С 23,7 %. Этим можно объяснить, что при нагревании до 600÷900 °С в окислительной среде монооксид железа в оливине окисляется до оксида железа, а оливин переходят в форстерит ( $2\text{MgOSiO}_2$ ) и клиноэнстатита ( $\text{MgOSiO}_2$ ). При температурах выше 1200 °С оксид железа взаимодействует с форстеритом и образует метасиликат магния.

Далее был изучен состав и свойства (температура плавления, плотность, пористость, теплопроводность, удельная теплоемкость и др.) каолина месторождения Карнаб. Для сравнения был исследован состав и запас несколько проб каолина месторождений Альянс, Захкудук, Урозали и Алтынтау.

В химическом составе минерала имеются оксиды алюминия (до 31 %) и кремния (до 65 %). Химическая формула их в основном отвечает, как  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ . Среди этих минералов каолин месторождения Карнаб (на западе 196 тыс. тонн и на северной части 576 млн.тонн) отличается достаточным запасом и высоким содержанием окиси кремния, алюминия и железа:

Проведен дифференциальный термический анализ каолина на прибор RLabsysEvo-1 Setaram для определения его термического поведения. Результаты исследования приведены на рис.2.



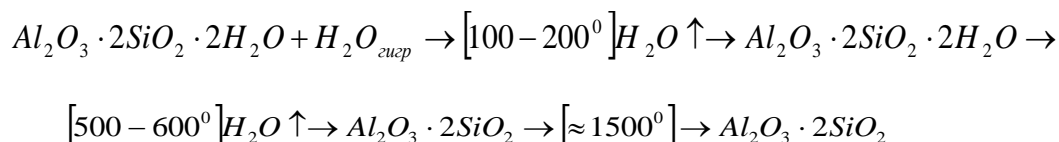
**Рис. 2. Дериватограмма каолина месторождения Карнаб**

Из результатов снимки полученной дериватограммы обнаружена, что процесс будит, происходит (и потери массы тоже) между 236-950 °С. Здесь потеря массы составляемый из 6,34 %, до 19,8 %. После 950 °С не происходит никаких изменений. Масса останется без изменения.

Шамот изготовили следующим образом. Произвольно (исходя из объема шахтной печи) был, выбрали 10 кг предварительно обогащенного Карнабского каолина. Каолин имеет высокую огнеупорность, низкую пластичность и связующая способность.

Исследования по синтезу шамота из каолина месторождения Карнаб сопровождался при температуре 1300-1500 °С.

Весьма важным свойством каолинов является изменение их состава при нагревании. В общем виде термические превращения фазового состава могут быть представлены следующей формулами:



Таким образом, химический состав подвергается изменению, образуя огнеупорные материалы в виде шамота и  $Al_2O_3$ .

В лабораторных условиях были приготовлены разные составы в «базальт:каолин:шамот» соотношениях компонентов, (мас. %): 20:50:30, 30:30:40, 30:20:50, 40:50:10, 60:20:20 70:10:30 и 50:30:20. Выбор соотношения каолиновых и шамотовых минералов объясняется тем, что каолин положительно влияет на распределение дисперсности зерен и играет важную роль в реструктуризации состава смеси в дальнейшей переработке.

При получении ФТМ из «базальт:каолин:шамот» в выше указанных соотношениях приготовленную массу дробили до величины 0,09-0,074 мм. После изготовления мокрые футеровочные шихты формировали методом прессования, при давлении 150 МПа. После сушки при 200 °С все образцы (футеровочные кирпичи) изготовленные в лабораторных условиях подвергались обжигу при температуре 1200-1400 °С. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Как видно из результатов исследований, что при соотношении масс «базальт:каолин:шамот». 50:30:20 замечено оптимальный стабильный процесс обжига. Однако дальнейшее продолжение обжига т.е., до 1450 °С с соотношением масс 50:30:20 не даст существенных положительных результатов.

Таким образом, исследование процесса обжига ФТМ и анализ его результатов показывает, что использование композиции «базальт: каолин:шамот» в соотношении масс минералов, 50:30:20, является самым оптимальным вариантом для изготовления футеровочного материала.

Результаты коэффициента теплопроводности базальта, каолина, ФТМ оптимального соотношении 50:30:20 и шамота в зависимости от температуры нагрева приведены в рис. 3.

Как следует из результатов исследований коэффициент теплопроводности с увеличением температуры коэффициента сырья и готового продукта снижается от 2,3 до 0,8 Вт/м·К при 200-1400 °С. Из них ФТМ имеет самый низкий коэффициент теплопроводности 0,8 Вт/м·К при 1400 °С.

Таблица 1

Результаты экспериментального исследования по определению оптимального соотношения масс минерального сырья для ФТМ

№	Наименование составляющих ФТМ	Соотношение компонентов, %	Результаты обжига образцов футеровочного материала					
			Температура обжига, °С					
			1200	1250	1300	1350	1400	1450
1.	«базальт: каолин: шамот»	30:30:40	появились трещины	-	-	-	-	-
2.		30:20:50	стойкий	обнаружены трещины	-	-	-	-
3.		40:50:10	стойкий	стойкий	разрушился	-	-	-
4.		50:40:10	стойкий	стойкий	стойкий	стойкий	разрушился	разрушился
5.		60:10:30	стойкий	стойкий	стойкий	стойкий	стойкий	разрушился
6.		70:20:10	стойкий	стойкий	стойкий	стойкий	расплавился	
7.		50:30:20	устойчив	устойчив	устойчив	устойчив	устойчив	

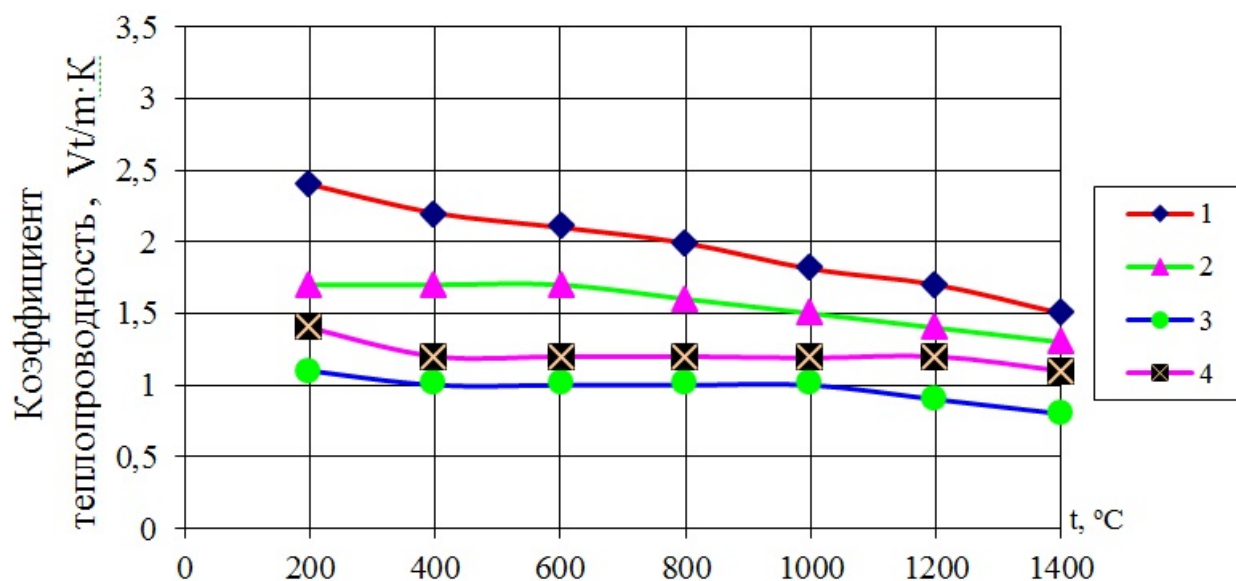


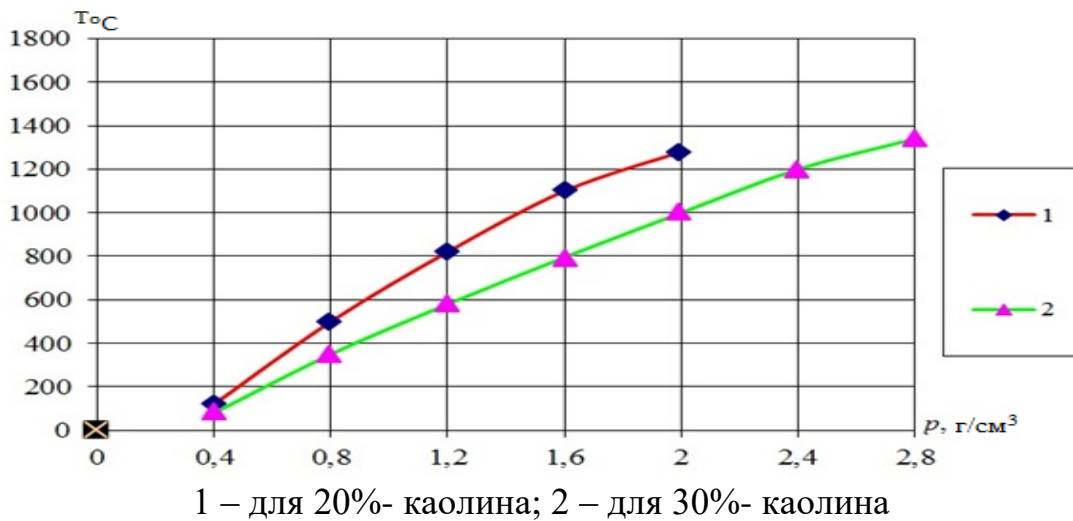
Рис. 3. График зависимости коэффициента теплопроводности 1-базальт, 2-каолин, 3-ФТМ при соотношении 50:30:20 и 4-шамота от температуры нагрева

Изучено влияние количество каолина в сырье к прочность полученного ФТМ. Результаты исследований приведены в рис. 4.

На рис. 4. показаны результаты влияние количество каолина на прочность ФТМ в процессе обжига. Изучено влияние содержание каолина в составе футеровочного материала и температуры обжига на плотность ФТМ.



При содержании 20 % каолина в составе шихты и изменении температуры от 200 до 1300 °С плотность ФТМ достигает до 2,1 г/см<sup>3</sup>. Тогда как, при содержании каолина в шихте 30 % наблюдается увеличение плотности ФТМ до 2,8 г/см<sup>3</sup>.



**Рис.4. Влияние количество каолина в шихте на плотность ФТМ в процессе обжига**

Изучение фазового состава и продуктов термической обработки шихт ФТМ, осуществлялся с использованием рентгенографического анализа.

Рентгенографические исследования проведенные на Bruker AXS D8 Advance показал, что кристаллические фазы материалов представляется кальцитом, анортитом, авгитом, хлоритом, небольшими количествами магнетита и альбита. Рентгенографические исследования, проведенные на Bruker AXS D8 Advance показал, что кристаллические фазы материалов представляется кальцитом, анортитом, авгитом, хлоритом, небольшими количествами магнетита и альбита.

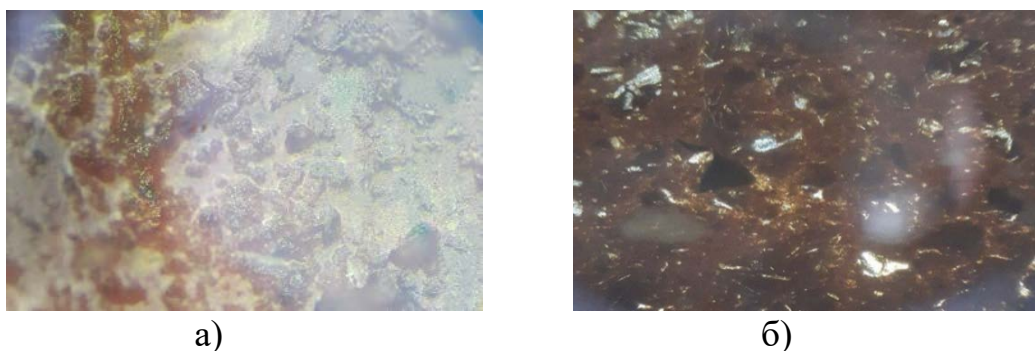
На рис. 5 и 6 представлена рентгенограмма базальтового ФТМ в составе смеси «базальт:каолин:шамот» (в соотношении масс: 50:30:20).

Результаты дифференциально-термического анализа в соответствии термическая устойчивость того или иного теплоизоляционного материала оценивается показателями теплопроводимости за единицу времени и плавлением легких металлов осуществить при температуре в пределах 900-1400 °С.

Необожженная шихта и ФТМ, полученный термической обработкой шихты, приобрели соответствующую прочность и стандартную форму, отвечающим всем технологическим требованиям. Изложенные подтверждаются результатами рентгенографического исследования, представленными на рис. 5 и 6.

На рис. 7 и 8 представлены микроструктура исходного базальта и шихты до и после обжига, изготовленный из совокупности местных минералов, с применением микроскопа МБС-10.





а) до обжига смеси компонентов  
б) ФТМ после обжига x100

**Рис. 8. Микроскопические снимки ФТМ**

В табл. 2 представлены физико-механические характеристики классических и предлагаемых составов материалов и сведения о технологических затратах на ФТМ.

Как видно из сведений, что разработанный состав ФТМ по себестоимостью несколько раз дешевле чем классические теплоизоляционные изделия, а по технологическим показателям даже превосходит.

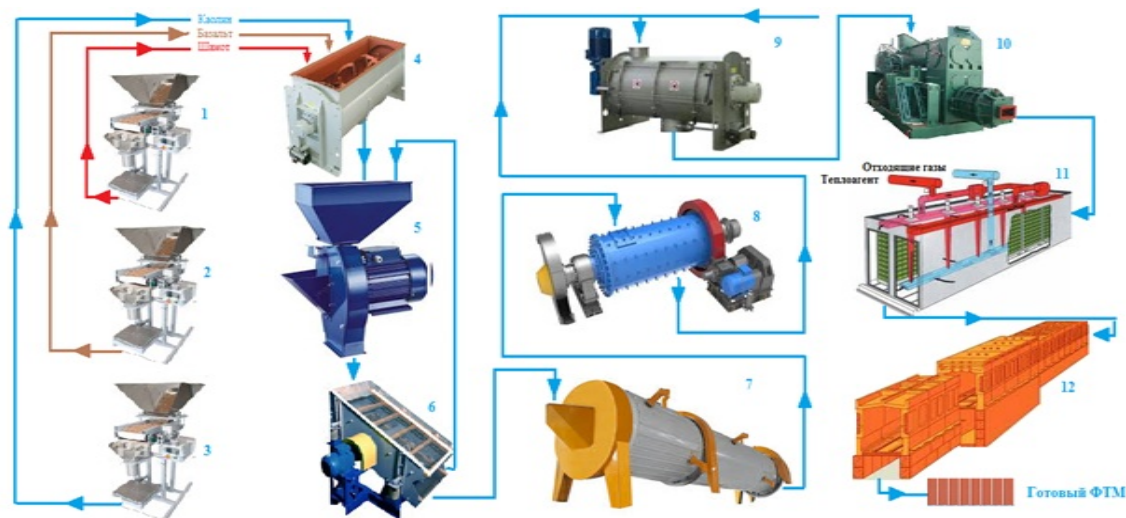
Таблица 2

Физико-механические характеристики классических и предлагаемых составов материалов и сведения о технологических затратах ФТМ

Наименование продукции	Пробы	Характеристики футеровочных кирпичей					
		Допускаемая температура обжига °С	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводность $Vt/(m \cdot K)$ .	Цвет	Масса продукта кг	Стоимость готовой продукции Сум
Шамотный футеровочный кирпич	№1	1250÷1550	1,8-1,9	1,8	Коричневый	3,8	17000
Красный кирпич	№2	700÷750	1,6	1,8	Серый	3,2	15000
Клинкерный кирпич	№3	1100÷1200	1,9-2,1	1,9	Белый	4,0	17000
Базальтовый футеровочный кирпич	№4	1200÷1415	2,8	0,8	Обожженный коричневый	4,2	12560

В четвертой главе «Разработка технологии получения футеровочных теплоизоляционных материалов на основе базальтов» представлено испытание ФТМ, полученного из базальта месторождения Айдаркуль, каолина месторождения Карнаб и шамот на его основе в производственных условиях «Бекабад Огнеупор» и дана положительная оценка.

В результате проведенных лабораторный экспериментальных и теоретических исследований, а также сведения из результатов зарубежных опыт, дают предпочтения, что ФТМ состоящий из совокупности компонентов «базальт:каолин:шамот», с соотношением по массовой доле 50:30:20 выявилось высокой теплоизоляционностью, эксплуатационной и технологической характеристиками. Поэтому в данной диссертационной работе предлагается технологическая схема производства ФТМ на основе местных минеральных составляющих: каолин, базальт и шамота. Подготовка сырьевых материалов и осуществление технологического процесса по изготовлению ФТМ по способу «сухой переработки» показаны, принципиальные схематично на рис. 9.



1 – бункер-питатель дозатор для каолина; 2 – бункер-питатель дозатор для базальта; 3 – бункер-питатель дозатор для шамота; 4 – смеситель лопастный; 5 – дробилка; 6 – грохот; 7 – сушильный барабан; 8– шаровая мельница; 9 – смеситель; 10 – формовочный агрегат; 11 – сушильный конвейер; 12 – туннельная печь

**Рис. 9. Технологическая принципиальная схема аппаратов производства ФТМ на основе каолина, базальта и шамота**

По схеме исходный каолин поступает в приемный бункер питатель дозатор (1), базальт поступает в приемный бункер питатель дозатор (2) и шамот поступает в приемный бункер питатель дозатор (3). Для приготовления смеси из составляющих соотношение масс минералов: «базальт:каолин:шамот» 50:30:20 загружается в лопастный смеситель (4). Полученная смесь сырьевых материалов подается в щековую дробилку ЩД-6 (5). В момент дробления размеры крошек доведены до 5-6 мм. После чего, дробленый продукт передается в грохот (6). Затем, при грохочении получают надрешетные (+5 мм) и подрешетные (-5 мм) продукты. Надрешетный продукт обратно отправляется в процесс дробления. Под решетный продукт передается для удаления влаги в сушильный барабан (7). После сушки сырьевые материалы загружаются в шаровую мельницу (8).

По требованию технологии изготовления измельченных горных масс, измельченные размеры частиц, перерабатываемых компонентов до 90% класс крупности составляет 0,074 мм. Затем измельченный продукт поступает в смеситель (9) и после чего полуфабрикат загружает в формовочный агрегат (10). Там полученная форма проходит через сушильный конвейер (11) и затем поступает в туннельную печь (12) где происходит обжиг продукта. Полученный окончательный продукт, таким образом, является готовым футеровочно-теплоизоляционным материалом и может быть использован для эксплуатации по назначению.

Обжиг опытных образцов производился в лабораторных условиях ЦНИЛ ГП НГМК. Обжиг материалов ФТМ был произведен при температуре 1200÷1450 °С, что соответствовало методике.

Таким образом, доказана приемлемость использования базальтового ФТМ для использования в качестве облицовочного кирпича на внутренней поверхности металла плавильной печи, а также внедрен футеровочный материал, изготовленный по рекомендуемой технологии, служащей для облицовки внутренней лицевой поверхности металлоплавильной печи.

Выявлено, что присутствие шамота и каолиновых минералов в составе базальтового ФТМ повышает термостойкость футеровочного кирпича до 1415 °С, что доказывает приемлемость использования шамота в составе смеси «базальт:каолин:шамот».

Изготовленные опытные образцы базальтовых ФТМ составом в соотношении масс, %: 50:30:20 прошли производственное испытание в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината и СП «Бекабад огнеупор».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основные научные и практические результаты, полученные при выполнении диссертационной работы следующие:

1. Впервые теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения ФТМ нового поколения с улучшенными эксплуатационными показателями на основе сырьевых ресурсов базальта месторождения Айдаркуль, каолина месторождения Карнаб и шамота, синтезированного из каолина. Изучены физико-химические, механические и другие свойства, в том числе фазовые переходы этого местного сырья при термической обработке.

2. Найдена оптимальная температура – 1500 °С при синтезе шамота спеканием молотого каолина различной фракции. Определено, что полученный шамот имеет диаметр зерна 2 мм, коэффициент поглощения влаги 5-7 %, влажность 4 %, температура плавления 1550-1650 °С. Синтезированный шамот используется в качестве связующего материала при получении ФТМ. Научно обоснован, что синтезированный шамот является наполнителем, улучшающий физико-механические свойства и повышающий высокотемпературную стойкость ФТМ.

3. В результате комплексных научных исследований был использован способ «сухой переработки» на основе базальта, каолина и шамота с высоким содержанием оксидов:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  и  $\text{MgO}$ . В результате многочисленных исследований установлено, что оптимальным соотношением «базальт:каолин:шамот» является состав, состоящий из 50 % базальта, 30 % каолина и 20 % шамота, а оптимальной температурой спекания является  $1415\text{ }^\circ\text{C}$ . Научно доказано, что ФТМ термостойким свойством, полученный на основе оптимального состава обладает плотностью -  $2,8\text{ г/см}^3$ , огнеупорностью -  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  коэффициентом теплопроводности -  $0,8\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  при длительности 200 рабочих смен. В результате создана технология нового поколения футеровочных теплоизоляционных материалов, превосходящий импортных аналогов эксплуатационными свойствами и технико-экономическими показателями.

4. Изучены все физико-механические, термические и эксплуатационные свойства созданной футеровочной композиции. Изучены влияние технологических факторов на свойства продукта, равномерность распределения частиц, влажность и процесс формовки. Предложена полная характеристика технологическая схемы процесса обработки исходного сырья, начиная с момента его приема и кончая выпуском готовой продукции.

5. Проведенные комплексные научно-исследовательские методы анализа как физико-химические, теплофизические, ИК-спектроскопические, рентгенофазовые, микроскопические над сырьем и готового продукта обеспечили достоверность результатов исследования. Даны рекомендации по применению разработанных ФТМ для маломощных плавильных печей легких металлов при  $1100\text{-}1400\text{ }^\circ\text{C}$ .

6. Даны положительные выводы по испытаниям, проведенных в научно-исследовательских лабораториях СП «Бекабад огнеупор», НИиИЦ «СТРОМ» при АН РУз и ЦНИЛ Государственного предприятия НГМК к полученным ФТМ и оформлен акт об этом. ФТМ был применен для покрытия внутренней лицевой стороны печей для литья легких металлов в научно-исследовательской лаборатории Государственного предприятия НГМК». В результате отмечена длительность срока ремонта от 1,8 до 2,5 года и даны положительные выводы.

7. Выявлено, что разработанный ФТМ положительно влияет на решение экологической проблемы и имеет экономический и социальный эффект. Расчеты технико-экономической эффективности предложенной технологии показали, что себестоимость нового вида продукта ниже более чем в 2 раза по сравнению с действующими аналогами.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 AT THE KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

---

**NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

**RASHIDOVA RA`NO KAYIMOVNA**

**DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS AND TECHNOLOGIES FOR  
OBTAINING HEAT-INSULATING MATERIALS BASED ON AYDARKUL  
BASALTS**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

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

**Nukus – 2021**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number. B2020.4.PhD/T983.**

The dissertation was carried out at the Navoi State Mining Institute.

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

**Research supervisor:**

**Kurbanov Abdiraxim Axmedovich**  
doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich**  
doctor of Technical Sciences.

**Iskenderov Axmet Maksetbayevich**  
doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**Leading organization:**

**Bukhara State University**

The defense will take place on September «24», 2021 at «14<sup>00</sup>» o'clock at the meeting of scientific council. № PhD.03/30.12.2019.T.20.03 at the State university of Karakalpak address: 230112, Nukus city, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47, fax: (+99 861) 223-60-78, e-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

The dissertation can be looked through in the Information Resource Centre of the Karakalpak State university, (registered with № 47). Address: 230112, Nukus, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-78.

Abstract dissertation sent out on «06» September 2021 y.  
Protocol at the register № 2 from «06» September 2021 y.

**Reymov A.M.**

Chairman of the scientific council  
awarding scientific degree,  
doctor of technical sciences, professor

**Kurbaniyazov R.K.**

Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degree, candidate of technical sciences, dotsent

**Turemuratov Sh.N.**

Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degree, doctor of chemical sciences



## INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

**The aim of the research work** is to develop a technology heat -insulating materials production based on «Aydarkul» basalt, «Karnab» kaolin and chamotte synthesized from the same kaolin.

**The object of the research** Aydarkul basalt, Karnab kaolin and chamotte synthesized on the basis of this kaolin were chosen as.

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

for the first time, the chemical and mineralogical composition of basalt from the Aydarkul deposit and kaolin from the Karnab deposit was determined, and the possibility of obtaining import-substituting (LTIM) from this local raw material was studied;

scientifically substantiated the production of chamotte by synthesis from the kaolin of the Karnab deposit, studied the physical, mechanical and refractory properties of the obtained chamotte using modern methods;

on the basis of experimental studies, the conditions for obtaining chamotte on the basis of Aydarkul basalts and kaolin from the Karnab deposit have been identified. The obtained chamotte on the basis of experiments and the new possibilities for making chamotte from local raw materials made it possible to obtain a new generation of lining material in the composition – «basalt:kaolin: chamotte», in a mass ratio of 50:30:20 and to reveal the optimal holding temperatures of 1415 °C;

on the basis of the research carried out, an improved technology for producing lining products using the method of dry processing has been developed. At one time, special attention was paid to the observation of obtaining physical and mechanical characteristics that meet standard requirements.

the physic-mechanical and thermal engineering indicators of the obtained have been thoroughly studied. Thermal shrinkage and thermal conductivity of (LTIM) samples have been scientifically proven.

**Implementation of research results.** Based on the studies carried out investigations on development of compositions and technologies for obtaining heat-insulating materials from Aydarkul basalts are as follows:

the lining thermal insulation materials materials were introduced into practice in the Central Research Laboratory of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (Certificate of the ME NSMI dated 23.11.2020, № 02-06-07/11643. Project №1625). As a result, it is possible to replace imported products with cheaper local lining thermal insulation materials was created.

the technology of obtaining heat-insulating materials based on basalts has been introduced in the Central Scientific Research Laboratory of the Navoi Mining and Metallurgical Combine (Certificate of the ME NSMI dated 23.11.2020, № 02-06-07/11643. Project №1625). As a result, the lining thermal insulation materials was applied on the inner walls of light metal smelting furnaces, which made it possible to increase the repair period from 1.8 to 2.5 years.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, our chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the dissertation is 108 pages.

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

**I бўлим (I часть, part I)**

1. Rashidova R.K., Abdurakhmanov S.A., Mamatkarimova B.H., Sattarov L.K. About basalt production and ways to improve basalt product quality // Materials and Geoenvironment RMZ-M&G. – Ljubljana-, 2015. – Vol. 62. – pp. 133-139.

2. Rashidova R. K., Kurbanov A.A., Nurmatov J. T. Comparative Analysis of the Physical and Chemical Properties of Uzbekistan's Basalts and Ways of Solutions to the Problems of Choice of Raw Processing Directions // Land Science. – Published by IDEAS SPREAD, 2019. – Vol. 1. – №. 1.

3. Рашидова Р.К., Курбанов А.А., Нурматов Ж.Т., Жиянов А.Б. Перспектива расщирения области применения специальных материалов на основе базальтов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. №3. – С. 55-59 (05.00.00; №7).

4. Kurbanov A.A., Rashidova R.K., Aliyev B.T., Jiyanov A. B., Turdieva O. J., Nurmatov J.T. Heat processing and change of proper indicators of basalts // Land Science. – Vol. 2. – № 2. – 2020 (ISSN 2690-5418 E-ISSN 2690-4802 <https://doi.org/10.30560/ls.v2n2p1>).

5. Рашидова Р.К., Тураев А.С., Жиянов А.Б., Буриев Ш.У. Исследование процессов физико-химического разрушения крепких горных пород различными растворами // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020. – №4. – С. 20-23 (05.00.00; №7).

**II бўлим (II часть, part II)**

6. Рашидова Р.К., Тураев А.С., Бурунов Д.Х., Сатторов Л.Х. Водоупорности, гигроскопичности и влагоотдачи базальтовые породы и материалов // Материалы научно-технической конференции на тему: «Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане». – 23-24 май 2014 г. – Навои, 2014. –С. 39-40.

7. Рашидова Р.К., Тураев А.С. Геологические строение базальтовых месторождений Узбекистана // «Кон-металлургия мажмуаси: ютуклар, муаммолар ва ривожлантиришнинг замонавий истиқболлари» мавзусида IX Халқаро илмий-техник анжуман материаллари. – Навои, 12-14 июнь 2017 й.

8. Рашидова Р.К., Турдиева О., Нурматов Ж.Т. Перспективы организации производства продукции из базальтов Кызулькумов // ОшМУнун 80 жылдыгына жана профессор К.Х.Нурдинованын 70 жылдыгына арналган «Эл аралык илимий-практикалык конференциянын» материалдарынын ЖЫЙНАГЫ. – Ош: Миллий университети, 20 май 2019. – 391-394 б.

9. Рашидова Р.К., Нурматов Ж.Т., Алиев Т.И., Турдиева О.Ж., Тураев А.С. О влиянии термической обработки на базальтовые сырьевые материалы // «Кимё, нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озик-овқат саноатлари инновацион технологияларини долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-техник анжуманининг мақолалар тўплами. – Тошкент, 20-21 ноябр 2019 й. – 97 б.

10. Курбанов А.А., Рашидова Р.К., Ярлакабов С., Умурзаков Ш.У., Халимова Ш.И. О некоторых возможностях регулирования температуры базальтоплавильных аппаратов // «Зарафшон воҳасини комплекс инновацион ривожлантириш ютуқлари, муаммолари ва истикболлари» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари. – Навоий, 27-28 ноябр 2019 й.

11. Рашидова Р.К., Курбанов А.А., Алиев Б.Т. About some opportunities regulating the temperature of basalt melting apparatus // «Нефт ва газ саноатида замонавий технологиялар ва инновациялар» мавзусида Республика илмий-амалий анжумани. – Қарши, 22-23 апрел 2021 й. – 506-508 б.

12. Курбанов А.А., Рашидова Р.К., Нурматов Ж.Т., Умурзакова Ш.У., Рахматов Х.Б. Формирование жидкого базальта и его структурные особенности // Материалы II Международной научно-практической конференции на тему: «Академическая наука и высшая школа». – Уфа, 10-11 мая 2019 г. – С. 123-125.

13. Курбанов А.А., Рашидова Р.К., Уринов Ш.Р., Тураев А.С. Расчёт основных технологических параметров грохочения базальтов.// Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ по заявке № DGU №06755 2019 от 23.07.2019 г. Зарегистрирован в государственном реестре программ для ЭВМ Республики Узбекистан 23.07.2019.

14. Йўлдашев Ш.Ш., Курбанов А.А., Рашидова Р.К., Манглиева Ж.Х., Халилов Ш.Ф., Ахмедов Н.Б. Базальт тоғ жинсларини ғалвирлаш самарадорлигини ҳисоблаш//Компьютер дастурини расмий рўйхатдан ўтказиш тўғрисидаги гувоҳнома аризаси № DGU № 11828 2021 21.05.2021 й. Ўзбекистон Республикаси Дастурий меҳсулотлар давлат реестрида 10.07.2021 й. рўйхатдан ўтказилган.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди. Ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими 60x84 1/16. Офис қоғози. Рақамли босма усулда. Times гарнитураси. Шартли босма табоғи 2,5. Адади 60. Буюртма № 55

«NEXT MA`LUMOTLAR MARKAZI» МЧЖ босмахонасида чоп этилди. Босмахона манзили: Навоий в., Навоий ш., А.Авлоний кўчаси  
14-сонли савдо маркази





