

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

КАЗАКОВА МУНИРА НАРЗИКУЛОВНА

**«БАЗАЛЬТ - СЕРПЕНТИНИТ» КОМПОЗИЦИЯСИДА СУЮҚЛАНМА
ҲОСИЛ БЎЛИШИ ВА УЛАР АСОСИДА МИНЕРАЛ ТОЛА ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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

Тошкент-2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Казакова Мунира Нарзикуловна

«Базальт -серпентинит» композициясида суюқланма ҳосил бўлиши ва улар асосида минерал тола олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 5

Казакова Мунира Нарзикуловна

Расплавообразование в композиции «базальт-серпентинит» и разработка технологии получения на их основе минерального волокна..... 21

Kazakova Munira Narzikulovna

Melt formation in the “basalt-serpentinite” composition and development of technology for producing mineral fiber based on them 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02
РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

КАЗАКОВА МУНИРА НАРЗИКУЛОВНА

**«БАЗАЛТ - СЕРПЕНТИНИТ» КОМПОЗИЦИЯСИДА СУЮҚЛАНМА
ҲОСИЛ БЎЛИШИ ВА УЛАР АСОСИДА МИНЕРАЛ ТОЛА ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

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

Тошкент-2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.4.PhD/Т4105 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:	Эминов Азизжон Ашрапович техника фанлари доктори, катта илмий ходим
Расмий оппонентлар:	Сабилов Бахтиёр Тохтаевич техника фанлари доктори, катта илмий ходим Искендеров Ахмет Максетбаевич техника фанлари доктори, доцент
Етакчи ташкилот:	Навий давлат кончилик ва технологиялар университети

Диссертация иши ҳимояси ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг « 12 » Июль 2024 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

Диссертация иши билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (20-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2024 йил «27» июнь куни тарқатилди.
(2024 йил «27» июньдаги №25 рақамли реестр баённомаси).

Н.Х. Усанбаев

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш раиси, т.ф.д.

Ж.С. Шукуров

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш котиби, т.ф.д.

Ш.С. Намазов

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш қошидаги бир марталик илмий
семинар раиси, т.ф.д., проф., академик

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда ишлаб чиқариш соҳасида янги минерал ресурс конларини, ҳамда турли саноат чиқиндиларни жалб этган ҳолда маҳаллий хомашё базасини кенгайтириш муҳим муаммоларидан бири ҳисобланади. Ноёб хоссаларга эга бўлган минерал толалардан иссиқликни ҳимояловчи материаллар ишлаб чиқаришда магматик жинслар, жумладан базальт, порфирит, габбро, диабазлар энг истиқболли хомашё бўлиб, улар кимё-минералогик жиҳатдан барқарор, экологик ва ёнғинга хавфсизлиги билан устунликка эгадир. Турли мамлакат етакчи олимлари базальт толасини XXI асрда дунёвий техник тараққиётни ривожлантиришдаги материалшунослигининг асоси деб ҳисоблашади. Базальт толалари хоссалари бўйича юқори кўрсаткичларга, яъни уч маротаба кўп иссиқликни ҳимояловчи хусусиятига эга бўлган ҳолда ҳозирги кунда фойдаланилаётган канцероген асбестни тўлиқ ўрнини эгаллаши билан катта аҳамият касб этади.

Дунёда магматик жинслар ва улар синфига турдош хомашё минераллардаги пишиш, суюқланма ҳосил бўлиш, фазавий ўтиш жараёнларини ўрганиш бўйича кенг илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, ишлаб чиқаришни жадаллаштиришга имкон берувчи модификацияловчи қўшимчалар билан базальт толасини олишга; турли ҳарорат ораликларида учламчи системаларда бошланғич компонентларнинг кислоталик ва ёпишқоқлик модулларини ҳисобга олган ҳолда аралашма қайнашидаги физик-кимёвий жараёнларни бошқариш; фазавий ўтиш натижасида, янги минерал кристалл фазаларини ҳосил бўлишининг, бошланғич компонентларнинг кимё-минералогик таркиблари ва ҳароратга боғлиқлигини асослаш; ишлаб чиқилган рецептура асосидаги базальт аралашмаси асосида минерал момиқ олишнинг технологик режимларини аниқлашга алоҳида аҳамият берилмоқда.

Республикамизда магматик жинслар асосида иссиқликни ҳимояловчи материаллар ишлаб чиқаришда уларнинг физик-механик ва технологик хоссаларини ўрганиш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистонни Тараққиёт стратегиясида қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ҳажмини икки баравар ошириш, ноанъанавий норуда хомашё ва иккиламчи ресурсларни жалб этган ҳолда хомашё базасини кенгайтириш ва “Яшил иқтисодиёт”¹ доирасида чиқиндисиз технологияни ишлаб чиқиш ва жорий этишга қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, маҳаллий хомашёлар асосида иссиқликни ҳимояловчи материаллар учун базальт толали минерал момиқ олишнинг паст ҳароратли технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022-2026 йилларда Янги Ўзбекистонни Тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

60-сон “Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган Тараққиёт Стратегияси”, 2017 йил 7 февралдаги ПФ 4947-сон “2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта усувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар Стратегияси” тўғрисидаги Фармонлари, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид 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” ги Қарорлари ва ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий усувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожланишининг VII “Кимёвий технология ва нанотехнология фанлари” усувор йўналишига мувофиқ ҳолда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нашр этилган адабиёт манбаларида минерал тола олиш учун юқори ҳароратда суюқланма ҳосил бўлиш жараёнига, тола хоссаларининг физик-кимёвий таҳлилига, базальт суюқланмасининг паст ҳароратли қайнашига, минерал хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида базальт толали материаллар таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқишга, ҳамда уларнинг физик-механик ва технологик хоссаларини яхшилашга қаратилган илмий изланишлар кенг ёритилган. Бу борада илмий изланишлар А.А.Ботвинкин, П.П.Будников, М.Китайгородский, К.Горняй, Ю.П.Горлов, А.Меркин, А.В.Хандошка, Б.И.Ворожцова С.Г.Власова, А.А. Устенко, Д. Джигирис, М.Ф. Максов, В. Дубровский, Д.Зимин, Н.Ходаков, Н. Аблесимов, С.Buratti, E.Moretti, M.Francesca, F.Akkurt, M.Barczewski, C.Seghini ва бошқа етакчи олимларнинг илмий мактаблари томонидан олиб борилган.

Республикада маҳаллий ноанъанавий магматик ва тошсимон минерал хомашё ресурслари асосида, турли саноат чиқиндиларидан фойдаланиб, тошдан қуйиш усули билан кўпгина мақсадлардаги иссиқликни химояловчи материалларни олиш бўйича бир катор тадқиқотлар Н.А.Сиражиддинов, А.А.Исмаев, З.Р.Қодирова, П.А.Арифов, Ш.А.Файзиев, Д.Д. Гуламоваларнинг ишларида ўз аксини топган.

Аммо, муайян натижаларга эришилган бўлсада, иссиқликни химояловчи материаллар учун “базальт-серпентинит-микрокремнезём” учламчи композицияси асосида минерал момик, тола олиш бўйича иқтисодий, ҳамда экологик жиҳатларни ҳисобга олган ҳолдаги ишлаб чиқариш технологиялари тўғрисида ишончли ва илмий асосланган маълумотлар мавжуд эмас.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган муассаса илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ПЗ-20170920189 “Норуда хомашё

ва иккиламчи ресурсларни комплекс қайта ишлаш йўли билан иссиқликни ҳимояловчи оловбардош ва керамик материалларни импорт ўрнини босувчи таркиблари ва олиш технологияларини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй.) амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади “базальт-серпентинит” композициясида суюқланма ҳосил бўлишни тадқиқ этиш ва улар асосида минерал тола олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тадқиқ этилаётган Арватен кони базальт ва серпентинит хомашё компонентларининг кимё-минералогик таркиблари, физик-кимёвий хоссалари, ҳамда “Ўзметкомбинат” АЖ чиқиндиси - микрокремнеземнинг асосий хусусиятларини аниқлаш;

базальт, серпентинит ва микрокремнезем асосидаги иккиламчи ва учламчи система намуналарининг қаттиқ фазали реакциялари, пишиш жараёнлари, эриш ва физик-механик хоссаларини аниқлаш;

базальт, серпентинит ва микрокремнезем асосидаги системаларда фазавий ўтиш, минерал фаза ҳосил бўлиш ва эриш жараёнларини аниқлаш, ҳамда улар асосида мақбул таркиблар соҳасини аниқлаш;

пишиш физик-кимёвий жараёнларини ўрганиш ва базальт суюқланмасини олиш учун тажрибавий базальт аралашмалари таркибларини ишлаб чиқиш;

“базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи композициясида ишлаб чиқилган таркиблар асосида минерал момиқ олиш учун базальт суюқланмасининг ёпишқоқлигига боғлиқ равишда қайнатишнинг технологик режимларини ишлаб чиқиш;

олинган минерал момиқ тажриба намуналарининг физик-кимёвий ва технологик хусусияларини аниқлаш, ҳамда тадқиқот натижаларини ишлаб чиқариш шароитида синаш йўли билан апробациядан ўтказиш ва кутилилаётган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Арватен кони базальти ва серпентинити, ҳамда “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқариш чиқиндиси - микрокремнезем ва минерал момиқнинг тажриба намуналари олинган.

Тадқиқотнинг предмети бошланғич компонентларнинг юқори ҳароратда пишишини, тошдан суюқланма ҳосил қилиш ва қайнаш жараёнларини, базальт-серпентинитли тола ва минерал момиқ тажриба намуналарининг физик-кимёвий, физик-механик ва технологик хоссаларини ўрганиш, лаборатория тадқиқоти ва ишлаб чиқаришдаги тажриба синов йўли билан мақбул таркибларини ва суюқланма ҳосил бўлишнинг технологик режимларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот усуллари. Диссертацияда физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари (рентгенспектриал, рентгенфазали, дифференциал термик, ИҚ спектроскопик электрон микроскопик), шиша ва тошдан куйиш технологияларининг анаъанавий тадқиқот усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

турли мақсадлардаги иссиқликни ҳимояловчи материаллар учун илк бор минерал момиқ олишда “базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системада базальт суюқланмасини олиш имкониятлари асосланган;

магматик, тошсимон хомашё ресурслари ва аморф микрокремнеземнинг кимё-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий хусусиятлари, ҳамда уларнинг минерал момиқ тажриба намуналарининг суюқланма ҳосил бўлиш жараёнларига, физик-кимёвий ва технологик хоссаларига таъсири аниқланган;

базальт, серпентинит ва микрокремнезем асосидаги иккиламчи ва учламчи системаларда 900-1450°C ҳароратларда қаттиқ фазали пишиш жараёнида янги кристалл фаза структураларининг ҳосил бўлиши аниқланган;

хомашё компонентларининг диопсид, авгит, магнетит, форстерит ва тридимит минералларининг кристалл фаза структураларини ҳосил қилиб, фазавий ўтиш қонуниятлари асосланган;

микрокремнезем иштирокидаги базальт-серпентинит аралашмаси асосидаги иккиламчи ва учламчи системаларда суюқланма ҳосил бўлиш жараёнлари ва учламчи диаграммада мақбул таркиблар соҳаси аниқланган;

учламчи система асосидаги мақбул омукта таркиблари ва базальт аралашмасининг 1400-1450°C ҳарорат оралигида қайнашининг технологик режимлари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Арватен кони базальти ва серпентинитларининг кислоталик ва ёпишқоқлик модулларини ҳисобга олган ҳолда микрокремнезем билан биргаликда базальт серпентинитли тола таркибини ишлаб чиқиш ва олиш учун фойдаланиш имкониятлари асосланган;

компонент таркиблари ва базальт суюқланмасидан унинг ёпишқоқлигини ҳисобга олган ҳолда, тола чўзишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган, ҳамда ишлаб чиқилган таркибдаги базальт аралашмасидан паст ҳароратда қайнаш технологияси асосида минерал момиқ олиш мақбуллаштирилган;

янги рецептура асосида олинган минерал тола намуналари ишлаб чиқариш шароитида тажриба синовидан ўтказиш йўли билан апробация қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий физик-кимёвий таҳлил ва минерал момиқ олиш технологиясининг анъанавий тадқиқот усуллари натижалари, ҳамда янги рецептура асосида олинган минерал тола намуналари ишлаб чиқариш шароитида тажриба саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қаттиқ фазали пишиш сабабли янги кристалл фазаларнинг структура ҳосил қилиши, “базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системаси бошланғич компонентларнинг фазавий ўтишлари ва суюқланма ҳосил қилишлари, қайнаш жараёнларининг асосланганлиги, ҳамда базальт- серпентинитли тола асосидаги минерал момиқнинг физик-кимёвий, физик-механик ва технологик кўрсаткичларининг хомашё компонентларининг концентрация таркибларига, кислоталик ва ёпишқоқлик модулларига боғлиқ равишда ўзгариш қонуниятлари аниқлашлар билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундаки, илк бор учламчи система асосида технологик хоссалари яхшиланган минерал момиқнинг янги энергия ва ресурстежамкор таркиблари, ҳамда паст ҳароратда олиш технологияси ишлаб чиқилган ва мақбуллаштирилган, шунингдек, ушбу технологик ўзгариш хомашё базасини кенгайтиришга, металлургия чиқиндисидан ишончли ва оқилона фойдаланишга, суюқланма ҳосил бўлиш ва қайнашдаги ишлаб чиқариш сарфини қисқартиришга, амалдаги стандарт талабларга мос келган талаб даражасидаги маҳсулот олишда уларнинг иқтисодий даражасини бирмунча оширишга ва ҳудуднинг экологик ҳолатини яхшилашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. “Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системасида суюқланма ҳосил бўлиш жараёнларини ўрганиш, маҳаллий минерал хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиб, минерал момиқнинг яратилган таркиби ва ишлаб чиқаришнинг паст ҳароратли технологияси бўйича олинган илмий натижалар асосида:

“базальт-серпентинит-микрокремнезем” системасидан фойдаланиб, минерал момиқ олиш учун ишлаб чиқилган таркиб “BASALT WOOL” ҚҚнинг “2024-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган (“BASALT WOOL” ҚҚнинг 2024 йил 29 январдаги 89-сонли маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган таркибни жорий этиш натижасида амалдагига нисбатан 3,5 баробар арзон минерал пахта ишлаб чиқариш имконини беради;

маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида минерал момиқ олиш технологияси “BASALT WOOL” ҚҚнинг “2024-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган (“BASALT WOOL” ҚҚнинг 2024 йил 29 январдаги 89-сонли маълумотномаси). Натижада, паст ҳароратида қайнатиш асосида амалдаги стандарт талабларга мос келган иссиқликни ҳимояловчи материал олиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 14 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 27 та илмий иш нашр этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациянинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, жумладан 3 та хорижий ва 3 та республика илмий журналларда чоп этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари

тавсифланган, республика фан ва технологиялари Ўзбекистон Республикаси ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Магматик ва тошсимон хомашё ресурслари асосида иссиқликни ҳимояловчи материаллар тадқиқотининг замонавий ҳолати ва уларни ривожлантириш истиқболлари”** деб номланган биринчи бобида мавзу бўйича хорижий ва маҳаллий адабиётларнинг илмий тадқиқот натижаларининг таҳлили батафсил баён этилган. Олинган маълумотлар умумлаштирилган ва илмий таҳлил қилинган. Базальт толали материаллар олиш технологияси, ҳамда турли саноат чиқиндиларидан фойдаланиб ишлаб чиқилган базальт суюқланмасини таркиб ва хоссаларини, уларнинг кислоталик ва ёпишқоқлик модулларига боғлиқлиги бўйича хорижий давлатлар ва маҳаллий муаллифларнинг чоп этилган маълумотлари муҳокама қилинган. Бундан ташқари, турли мақсадлардаги иссиқликни ҳимояловчи материаллар учун базальт толаси асосида минерал пахтанинг самарадор таркибини ва ишлаб чиқариш технологияси яратиш бўйича ишлар олиб борилган. Натижада нашр этилган ишларни танқидий таҳлил қилишда ушбу тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **“Минерал момиқ олиш учун Арватен магматик ва тошсимон хомашё ресурсларининг бошланғич намуналарини тайёрлаш. Уларни амалга оширишнинг асосий усуллар”** деб номланган иккинчи бобида Республика магматик ва тошсимон минерал хомашё ресурслари ва турли саноат чиқиндилари асосида иссиқликни ҳимояловчи материаллар базальт толасининг тажрибавий намуналарининг бошланғич компонентларни тайёрлаш усуллари бўйича маълумотлар келтирилган. «Базальт-серпентинит-микр кремнезем» учламчи композицияси асосидаги тажриба намуналарининг физик-механик ва технологик хусусиятларини тадқиқ этишда турли мақсадлардаги базальт толали иссиқликни ҳимояловчи материаллар, жумладан минерал момиқ ишлаб чиқариш учун амалдаги стандартлар қўлланилган. Шундай қилиб, базальт толали намуналарнинг физик-кимёвий, физик-механик ва технологик хоссалари, ҳамда уларни олишнинг технологик режимлари комплекс тадқиқ этилган.

Диссертациянинг **“Арватен кони магматик ва тошсимон хомашё ресурсларининг хусусиятлари ва иссиқликни ҳимояловчи материаллар учун минерал тола таркибини ишлаб чиқиш”** деб номланган учинчи бобида Арватен кони магматик тоғ ва тошсимон жинслари – базальт ва серпентинит, ҳамда Республиканинг “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқариш металлургия чиқиндиси микр кремнезем танлаб олинган ва базальт тола омукта таркибини ишлаб чиқиш учун уларнинг аналитик, рентгенофлуорисцент, рентгенофазавий, дифференциаль-термик, электрон-микроскопик, ИҚ-спектроскопик ва энергодисперсион каби комплекс тадқиқотларининг натижалари келтирилган.

Фойдаланилган хомашё компонентларининг кимёвий таркиби, кислоталик ва ёпишқоқлик модулларини аниқлаш натижалари 1-жадвалда келтирилган. Таъкидлаш лозимки, минерал пахта учун кислоталик модули ГОСТ 4640-2011 бўйича 1,2-2,0 дан кам бўлмаслиги керак.

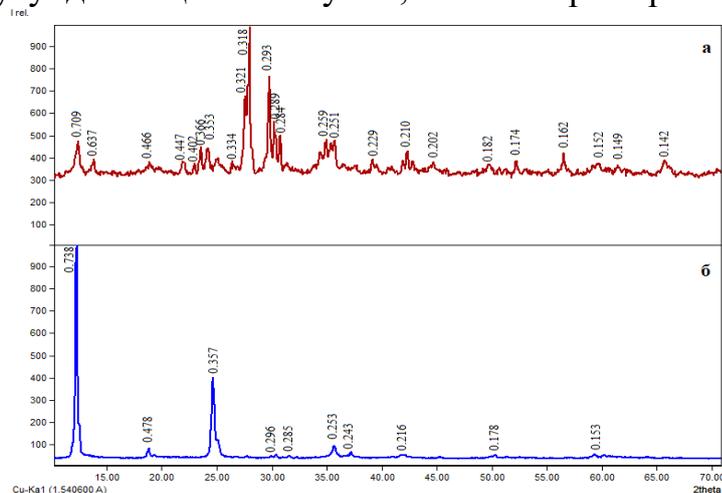
1-Жадвал

Арватен кони базальт ва серпентинит намуналарининг кимёвий таҳлил натижалари

Намуналар номи	Оксидлар миқдори, мас.%										К.Й., мас. %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	
Арватен базальти	36,03	12,04	0,11	14,76	1,15	13,01	8,02	1,78	0,79	0,23	11,78
Арватен серпентинити	36,82	2,26	0,10	7,11	1,09	1,15	39,57	1,01	0,11	0,25	10,31
Микрокремнезем	85,00-89,00	0,70-0,90	-	1,10-1,50	-	3,50-4,00	2,70-3,00	-	-	0,40-0,60	-

Изох: Куйдиришдаги йўқотишларга (К.Й.) гигроскопик, конституцион, кристаллизацион сувлар, органик ва учувчан моддалар, ҳамда углерод (IV) оксид киради.

Тадқиқ этилаётган хомашё материалларининг, ҳамда куйдирилган базальт ва серпентинит намуналарининг кимё-минералогик таркиблари ва физик-кимёвий хусусиятлари ўрганилган. Тадқиқ этилаётган Арватен базальт ва серпентинит намуналарининг минералогик таркиблари рентгенфазавий усулда аниқланган бўлиб, натижалари 1-расмда келтирилган.



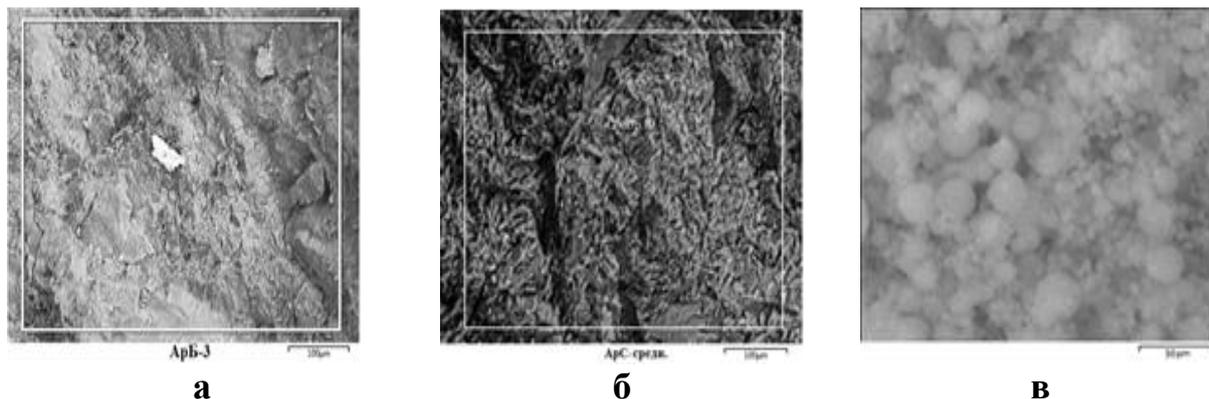
1-Расм. Арватен кони базальт (а) ва серпентинит (б) намуналарининг рентгенограммалари

Арватен кони базальтидан олинган тажриба намуналарининг рентгенфазавий таҳлил натижалари асосий жинс ҳосил қилувчи бўлиб кварц, альбит ва хлоритлар бўлишини кўрсатади. Серпентинит намуналарининг рентгенограммаси жинс ҳосил қилувчи серпентин, ҳамда майда доначали магнетит минералларига тегишли бўлган дифракция максимумларининг юзага келганлигини кўрсатади. Бундан ташқари, иккинчи даражали минераллардан мос равишда кварц, хлорит, тальклар иштирок этади. серпентинит намуналарининг эриш ҳарорати 1260 дан 1275°C гача ўзгариши табиий минерал жинсининг бир турдаги эмаслиги эҳтимоллигининг сабабидир.

Рентгенфазавий таҳлил натижасида “Ўзметкомбинат” АЖ ишлаб чиқаришининг микрокремнезем намуналарида, кремний оксидининг аморф

кўринишда иштирок этиши аниқланган. Микрокремнеземнинг магнит фракцияси кремния кристалли, магнетит, гематитлардан, ҳамда жуда оз миқдорда α -кварц, α -тридимит ва β - кремний карбидларидан таркиб топган. Магнит бўлмаган фракциясида α - CaSiO_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{SiO}_3)_4$ турдаги силикатлар қайд этилган ва унча кўп бўлмаган миқдорда кремний карбидининг кристалл фазалари аниқланган.

Арватен базальт ва серпентинитлари тажриба намуналарининг, ҳамда микрокремнеземнинг сканирловчи электрон микроскопда дастури ёрдамида Smart SEM билан таъминланган 100 мкм и 50 мкм оралигидаги турли масштабда олинган морфологик кўриниши 2-расмда келтирилган.



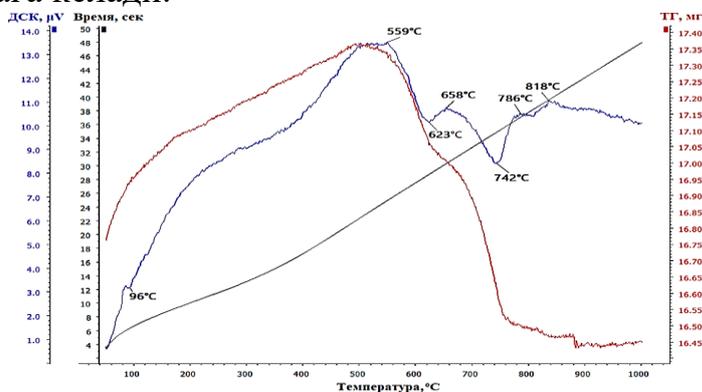
2-Расм. Арватен базальти (а) ва серпентинити (б), микрокремнеземларнинг (в) электрон микроскопик расми: кат.х1000

Арватен базальти намуналарининг электрон микроскоп расми (2а-расм) жуда оз миқдордаги дала шпати, карбонат ва хлоритлар аралашмаси бўлган кварц минералининг нисбатан бир жинслилигини кўрсатади. Базальт намунасида нисбатан кўп миқдордаги темирли (13,49 мас.%), алюминийли (9,09 мас.%), магнийли (5,22 мас.%) ҳамда уларга нисбатан кам миқдордаги кальцийли (1,83 мас.%) бирикмаларидан таркиб топган. Серпентинит намунасида (2б-расм) оливин минералининг магнетит билан аралашмаси кўрсатилган. Бунда, темирнинг оливиндан оксид шаклига, яъни магнетитга ўтиши ушбу тоғ жинсларида серпентинизация жараёни билан бирга борадиган оддий жараён ҳисобланади ва бошланғич табиий оливиндаги темирнинг миқдори 5-8 мас.% ташкил этади. Шундай қилиб, серпентинизация табиий жараёни, оксидланиш муҳитида темирни оксидланиши билан борадиган, яъни унинг силикат (оливин) шаклидан оксид (магнетит) шаклига ўтиши нисбатан паст ҳароратли жараён ҳисобланади.

Микрокремнеземни олинган микрофотографиясида (2в-расм) унинг заррачаларининг 1 мкм ўлчамгача бўлган агрегатларга бирлаштирилган 0,1-0,4 мкм ўлчамдаги сферик шаклидан ташкил топганлигини кўрсатади.

Арватен кони базальт намунасининг қиздириш эгри чизиғида 96, 623 ва 742°C ҳароратларда адсорбцион, кимёвий боғланган сувларга, ҳамда базальт минералининг декарбонизация жараёнига ва унинг структурасини парчаланишларига мос келган учта эндотермик эффектлар юзага келган. 559 ва 658°C ҳароратларда иккита экзотермик эффектларнинг юзага келиши β -кварцнинг α -кварцга ўтиши билан, ҳамда базальт намунасидаги аморф

фазанинг қайта кристалланиши билан тушунтирилади. Кейинги 786 ва 818°C ҳароратларидаги иккита экзотермик эффе́ктлар диопсид ва авгит минераллари янги кристалл структураларининг ҳосил бўлишининг бошланишига мос келади. 500-780°C ҳарорат оралиғида 10,96 % ни ташкил этган масса йўқотилиши билан биргаликда дегидратация ва декарбонизация жараёнлари юзага келади.

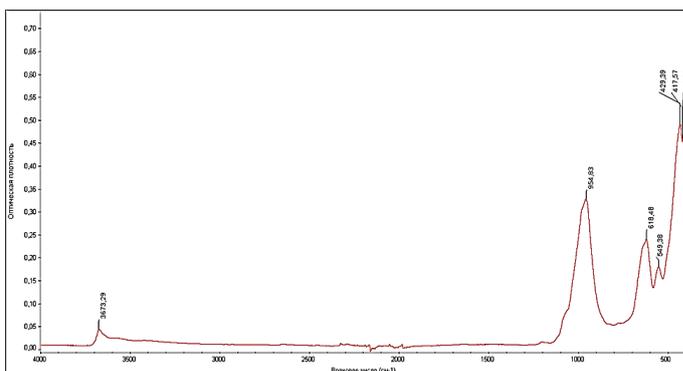


3-Расм. Арватен базальти намунасининг ДТТ расми

Арватен серпентинити тажриба намуналарининг дифференциал-термик таҳлили, масса йўқотилиши билан биргаликда 20-1100°C ҳарорат оралиғида олиб борилди. Унинг натижасида ҳарорат эгри чизиғида 185 ва 351°C ҳароратларда адсорбцион ва гидрат сувларнинг чиқишига мос боғлиқ равишда тўртта эндотермик эффе́кт юзага келган. 620°C ҳароратдаги учинчи эндотермик эффе́кт серпентинит бошланғич намунасида кристаллизация сувининг чиқишига, 776°C ҳароратдаги эндоэффе́кт эса декарбонизация жараёни билан тушунтирилади. ДТА эгри чизиғида 299 °C ҳароратда юзага келган экзотермик эффе́кт органик аралашмаларнинг ёниши билан боғлиқ. 559 ва 624°C ҳароратлардаги экзоэффе́ктлар табиий серпентинитнинг аморф структурасини парчаланиши ва минералдан газсимон углерод оксидининг чиқишига, яъни магний ва кальций карбонатларнинг парчаланишига боғлиқ.

Микрокремнезем намунасининг 20-1000°C ҳарорат оралиғида дифференциал-термик таҳлилидан олинган натижалар ДТТ эгри чизиғида 80°C ҳароратда адсорбцион сувнинг чиқишини кўрсатади. Бундан ташқари 430°C, 690°C ва 930°C ҳароратларда, гидрат сувни чиқишига, гетит минералини гематитга ўтишига, ҳамда $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ мос равишда $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ полиморф алмашилишига боғлиқ бўлган учта эндотермик эффе́кт кузатилади.

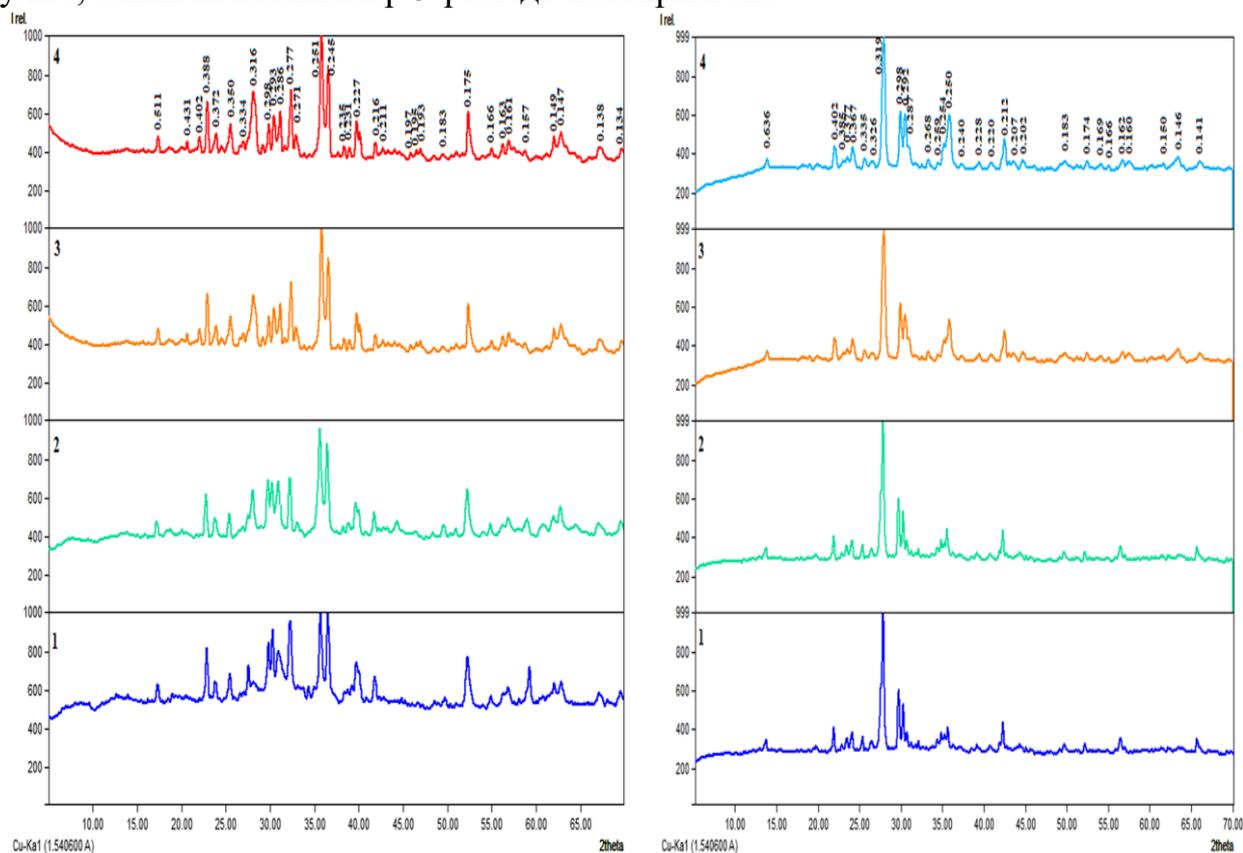
Серпентинит намунасининг ИҚ спектроскопия тадқиқоти (4-расм) силикат гуруҳидаги деформация ва валент тебранишларининг тўлиқ тўпламини кўрсатади. Ютилиш чизиғи частота соҳасининг бундай тўплами оливин, серпентинларга ва кичик интенсивлиги эса темирли магнетит минералларига тегишлидир. 520-980 cm^{-1} частота соҳасидаги ютилиш чизиғи $[\text{SiO}_4]_4$ гуруҳидаги SiO_4 тетраэдр тебранишига тегишлидир. 3700 cm^{-1} атрофидаги ютилиш чизиғи табиий серпентинит структурасидаги ОН гуруҳига мос келади.



4-Расм
Арватен серпентинити
намунасининг ИҚ-
спектри

Минерал тола олиш учун хомашё компонентларига термик қайта ишлов бериш ва суюқланма ҳосил қилиш жараёнлари замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари ва шиша технологиясининг анъанавий усулларидадан фойдаланиб ўрганилган.

Арватен кони базальт ва серпентинит тажриба намуналарини куйдиришнинг турли босқичларида борадиган қаттиқ фазали реакция, пишиш, фазавий термик ўтишлар, минерал ҳосил бўлиш жараёнлари аниқланган бўлиб, олинган натижалар 5-расмда келтирилган.



5-Расм. Арватен базальт (а) ва серпентинити (б) турли ҳароратда куйдирилган намуналарининг рентгенограммалари:
а) 1-800; 2-900; 3-1000; 4-1100°C
б) 1-1200; 2-1100; 3-1000; 4-900 °C

Базальт ва серпентинит куйдирилган намуналарининг рентгенфазавий таҳлил натижалари базальт (5а-расм) ва серпентинит (5б-расм) намуналарини мос равишда 800-1100°C ва 900-1200°C ҳарорат оралиғида куйдириш жараёнида қаттиқ фазали кимёвий реакция содир бўлади, яъни хомашё

жинсида минерал янги кристалл фазаларини ҳосил қилиши орқали фазавий ўзгаришини кўрсатади.

800°C ҳароратда базальт намунасида кўп миқдордаги диопсид ва энстатит минераллари ҳосил бўлади ва куйдириш ҳароратининг ортиши билан диопсид минералига тегишли бўлган дифракция чизиқларининг интенсивлиги секин-аста ортади. Таъкидлаш лозимки, 1100°C ҳароратгача базальт намунасини куйдириш чоғида альбит минералининг дифракция чизиқлари тўлалигича йўқолади. Базальт намунаси бошланғич эриш ҳароратининг пастлиги (1090-1120°C) туфайли, альбит минералининг маълум миқдори структурасини ўзгартирмаган ҳолда, суюқ фаза ҳосил қилади.

Серпентинит куйдирилган намуналарининг рентгенфазавий таҳлил натижалари (5б-расм), куйдириш жараёнида 900°C ҳароратдан юқорида форстерит, клиноэнстатит минералларини интенсив равишда ҳосил бўлишининг бошланишини ва 1150-1200°C ҳароратда уларнинг миқдорларини максимумга эришишини кўрсатади. Умуман олганда, етарлича пиширилган серпентинитнинг фазавий таркиби асосан форстерит $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$, клиноэнстатит $\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$, ҳамда суюқ фаза иштирокидаги оз миқдордаги кремнезем ва темир оксидларидан таркиб топган бўлади.

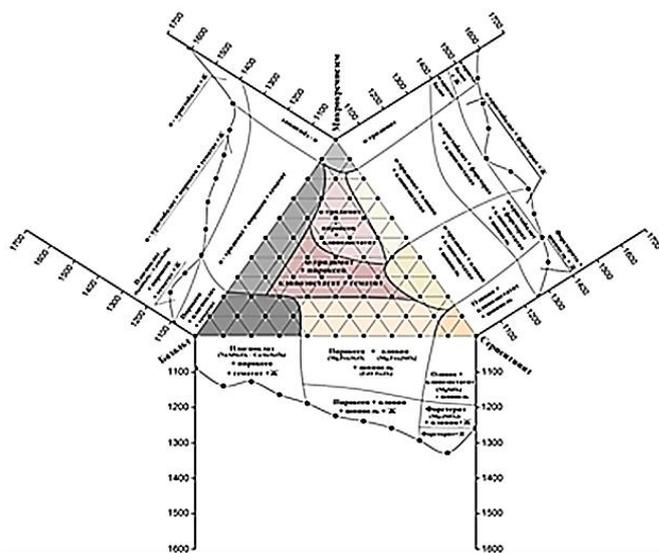
Базальт, серпентинит ва микрокремнеземдан фойдаланилган иккиламчи ва учламчи системалар асосидаги куйдирилган тажриба намуналарида қаттиқ фазали ўтишларни ва эриш ҳароратларини аниқлаш учун, бошланғич компонентлардан бир қатор турли концентрациядаги таркиблар тайёрланди.

Базальт (Б), серпентинит (С), микрокремнезем (М) асосидаги учламчи системанинг компонент таркиблари, эриш ҳароратлари ва кристалланишнинг бирламчи фазалар бўлиб ҳисобланган α -тридимит (SiO_2), пироксен ($\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$), клиноэнстатит ($\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$), гематит (Fe_2O_3), шпинель ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), плагиоклаз ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) ва оливин ($(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$) минералларининг кристалланиши 2-жадвалда келтирилган.

Эриш ҳароратини ва базальт суюқланмасидаги бирламчи фазалар кристалланишини аниқлаш натижалари бўйича “базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системанинг, мос келган иккиламчи системаларнинг политермик кесимлари кўрсатилган ҳолдаги фазавий нисбат диаграммаси (6-расм) курилган. Термик қайта ишлаш натижасида куйдириш жараёнлари бошланғич хомашё минералларининг фазавий ўтишлари билан бориб, куйдирилган сополакда янги ҳосил бўлишларга, яъни олинган тайёр минерал момик намунасига зарурий физик-механик ва эксплуатация хоссаларини берувчи форстерит, клиноэнстатит, диопсид, магнетит, авгит ва кристобалит минераллари, ҳамда шиша кўринишидаги аморф фаза ҳосил бўлишига олиб келиши кўрсатилган.

**“Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системасининг
компонент таркиблари ва эриш ҳароратининг нуқталари, ҳамда
суюқланманинг кристалланиш фазалари**

Тар- киб	Компонентлар, мас.%			T _{эриш.} °C	Кристалланишнинг бошланғич фазалари
	Б	С	М		
1	60	10	30	1160	α-тридимит + пироксен+гематит
2	50	20	30	1180	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
3	40	30	30	1215	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
4	30	40	30	1240	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
5	20	50	30	1260	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
6	10	60	30	1275	α-тридимит +оливин + клиноэнстатит + шпинель
7	70	10	20	1130	Пироксен + плагиоклаз + гематит
8	60	20	20	1160	Пироксен + плагиоклаз + гематит
9	50	30	20	1185	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
10	40	40	20	1215	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
11	30	50	20	1245	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
12	20	60	20	1260	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
13	10	70	20	1275	α-тридимит + оливин +клиноэнстатит + шпинель
14	80	10	10	1115	Пироксен + плагиоклаз + гематит
15	70	20	10	1130	Пироксен + плагиоклаз + гематит
16	60	30	10	1165	Пироксен + плагиоклаз + гематит
17	50	40	10	1200	Пироксен + оливин + шпинель
18	40	50	10	1230	Пироксен + оливин + шпинель
19	30	60	10	1260	Пироксен + оливин + шпинель
20	20	70	10	1270	Пироксен + оливин + шпинель
21	10	80	10	1285	Пироксен + оливин + шпинель
22	85	10	5	1110	Пироксен + плагиоклаз + гематит
23	75	20	5	1125	Пироксен + плагиоклаз + гематит
24	65	30	5	1155	Пироксен + плагиоклаз + гематит
25	55	40	5	1200	Пироксен + оливин + шпинель
26	45	50	5	1220	Пироксен + оливин + шпинель
27	35	60	5	1240	Пироксен + оливин + шпинель
28	25	70	5	1265	Пироксен + оливин + шпинель
29	15	80	5	1275	Пироксен + оливин + шпинель
30	5	90	5	1290	Оливин + клиноэнстатит



6-Расм.
Иккиламчи система
политермик кесимлари
билан «базальт-серпентинит-
микрокремнезем» учламчи
системасининг
эриш диаграммаси

Умуман олганда, маҳаллий магматик, тошсимон ва иккиламчи ресурслар асосида турли мақсадлардаги талаб даражасидаги иссиқликни химояловчи материаллар учун минерал момиқ базальтли омухтасининг концентрация таркибларини ишлаб чиқиш имкониятлари мавжудлиги аниқланган.

Диссертациянинг “**Минерал момиқ омухта таркиблари ва олишнинг технологик режимларини ишлаб чиқиш ва мақбуллаштириш. Асосий хоссалари ва уларни тажриба ишлаб чиқариш синовлари. Олинган натижаларни тавсияси ва улардан фойдаланилгандаги иқтисодий самарадорликнинг ҳисоби**” деб номланган тўртинчи бобида маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар, жумладан Арватен кони базальт ва серпентинитлари, ҳамда “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқаришдаги металлургия чиқиндиси (микрокремнезем) асосида кислоталик ва ёпишқоқлик модулларини ҳисобга олган ҳолда базальт сууқланмасининг мақбул омухта таркиблари ва олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган.

“Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи композициянинг ишлаб чиқилган таркиблари асосида минерал тола олиш учун қайнатишнинг технологик параметрлари ишлаб чиқилган бўлиб, унинг натижалари 3-жадвалда келтирилган.

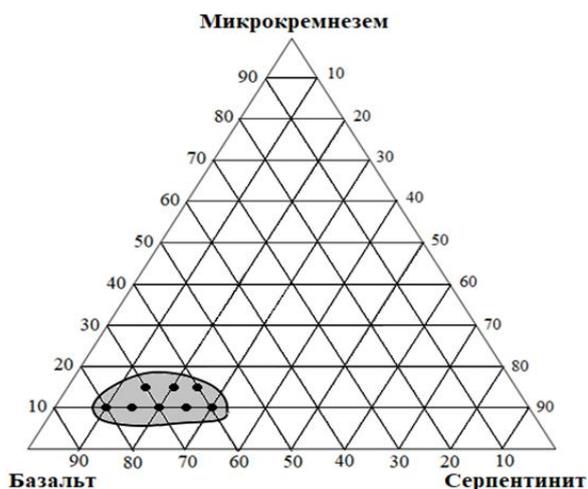
3-Жадвал

Минерал пахта олиш учун мақбул омухта таркиблари

Намуналар номи	Компонентлар, мас.%			Мк	Мв
	Базальт	Серпентинит	Микрокремнезем		
БСМ-1	80	10	10	2,21	1,00
БСМ-2	75	15	10	2,08	0,99
БСМ-3	70	20	10	2,02	0,98
БСМ-4	70	15	15	2,31	1,08
БСМ-5	65	25	10	1,93	0,97
БСМ-6	65	20	15	2,21	1,07
БСМ-7	60	30	10	1,85	0,97
БСМ-8	60	25	15	2,09	1,06

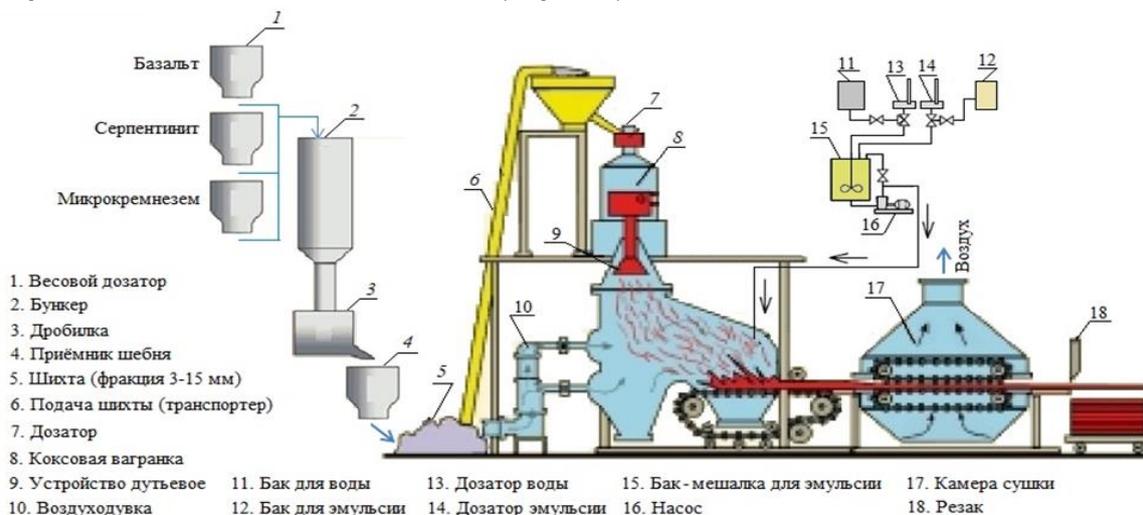
Бунда минерал момикнинг мақбул таркиби бўлиб, Арватен базальтининг миқдори 60 дан 80 мас.% гача, Арватен серпентинитининг миқдори 10 дан 15 мас.% гача, ҳамда қўшилган аморф кремнеземининг миқдори 20 дан 30 мас.% гача ташкил этган намуналар ҳисобланади. 3-Жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, БСМ-5, БСМ-7 ва БСМ-8 тажриба намуналаридан ташқари, қолган намуналар базальт толали минерал момик ишлаб чиқариш учун яроқсиздир, чунки уларнинг кислоталик модулининг қиймати талаб қилинган 1,6 дан 2,1 гача бўлган кўрсаткич оралиғидан ташқаридадир.

Базальт толасини олиш ва уларни технологик амалга ошириш учун хомашё компонентларининг кимё-минералогик таркиблари бўйича илмий ёндошувдан фойдаланилиб турли вариантдаги рецептуралар тайёрланди. Минерал момик олиш учун “базальт-серпентинит-микроремнезем” системасида ўрганилган ва мақбул таркиблар соҳаси 7-расмда келтирилган.



7-Расм.
«Базальт-серпентинит-микроремнезем» учламчи системасида ўрганилган ва мақбул концентрацион таркиблар соҳаси

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида “базальт-серпентинит-микроремнезем” учламчи системаси асосида минерал момик ишлаб чиқаришнинг технологик тизими (8-расм) ишлаб чиқилган.



8-Расм. Ишлаб чиқилган таркиб асосида минерал момик олишнинг технологик тизими

“Базальт-серпентинит-микроремнезем” учламчи композициясининг концентрацион таркиблари асосида минерал момик тажриба намуналарини олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган ва уларнинг физик-

кимёвий ва технологик хусусиятлари тадқиқ этилган. Минерал момиқнинг тажриба намуналари учун энг яхши физик-механик ва технологик хусусиятларга эга бўлган БСМ-5, БСМ-7 ва БСМ-8 намуналар танлаб олинди. СП “BASALT WOOL”, шароитида иссиқликни ҳимояловчи материаллар ишлаб чиқаришга мўлжалланган минерал момиқ олиш учун кўрсатилган намуналарда тажриба ишлаб чиқариш синовлари ўтказилди.

“Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи системаси асосида олинган минерал пахтанинг тажриба ишлаб чиқариш намуналарининг зарурий физик-механик ва технологик хусусиятларини аниқлаш учун синов ишлари олиб борилди. Аниқлашдан олинган натижалар, базальт аралашмасида серпентинит ва микрокремнеземнинг мақбул миқдорлари мос равишда 20 мас.% ва 10 мас.% ларни ташкил этишини кўрсатди. Ушбу модификацияловчи қўшимчаларни кўрсатилган миқдордан кўп ёки кам киритилиши минерал момиқнинг технологик хусусиятларига салбий таъсир кўрсатади. Бунда шуни таъкидлаш лозимки, ишлаб чиқариш учун тайёрланган БСМ-5, БСМ-7 ва БСМ-8 намуналари хоссаларининг кўрсаткичлари (4-жадвал) ГОСТ 4640-2011 талабларига тўлиқ мос келди.

4-Жадвал

Учламчи композиция асосида олинган минерал момиқнинг физик-механик ва технологик хоссалари

Кўрсаткичлари	ГОСТ 4640- 2011	Минерал пахта тажриба намуналари		
		БСМ-5	БСМ-7	БСМ-8
Зичлиги, кг/м ³ , кўп эмас	50	38	40	34
Кислоталик модули, кам эмас	1,6	1,93	1,85	2,09
Сувга чидамлилиги, рН, кўп эмас	4,0	2,7	2,8	2,4
Толанинг ўртача ўлчами, мкм, кўп эмас	6,0	3,5	3,3	3,0
Иссиқлик ўтказувчанлиги*, Вт/(м·К), кўп эмас, ҳароратларда: 283 К (10 °С) 298 К (25 °С)	0,038	0,034	0,035	0,033
	0,039	0,036	0,037	0,035
Намлиги, % масса бўйича, кўп эмас	1,0	1,0	1,0	1,0
ГОСТ 4640-2011 бўйича маркаси	50/35	50	50	35

Бунда шуни таъкидлаш лозимки, базальт суяқланмасини қайнатиш учун 1550-1600°С оралиғидаги зарурий ҳарорат талаб этилади. Минерал момиқ олиш учун бошланғич хомашё компонентларини танлаш ҳисобига ишлаб чиқилган таркиблар асосида нисбатан паст ҳароратда (1420-1450°С) қайнатишга эришилди. Янги рецептура асосида минерал момиқ ишлаб чиқаришдаги кутилаётган иқтисодий самарадорлик ҳисобининг натижалари “BASALT WOOL” КҚ шароитида тоннасига 1 702500 сўмни ташкил этишини кўрсатади.

Шундай қилиб, тажрибадан олинган маълумотлар “базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи композицияси асосида ишлаб чиқилган минерал момиқнинг, амалдаги стандартнинг ҳамма зарурий талабларга мос келиши ва турли мақсадлардаги иссиқликни ҳимояловчи материаллар сифатида фойдаланиш мумкинлиги, ҳақида далолат беради.

ХУЛОСА

1. Арватен кони базальти ва серпентинити, ҳамда “Ўзметкомбинат” АЖ ферросилиций ишлаб чиқариш чиқиндиси микрокремнезем асосидаги хомашё ва тажрибавий тола намуналарининг кимё-минералогик таркибларини, физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш орқали минерал момик учун истиқболли хомашё компонентлари танлаб олинган. Хомашё компонентларининг қаттиқ фазада пишиш ва базальт суюқланмасининг қайнаш жараёнлари ўрганилган.

2. Иккиламчи системалар “базальт-серпентинит”, “базальт-микрокремнезем”, “серпентинит-микрокремнезем” асосидаги тажриба намуналарида, ҳароратнинг турли босқичларида борадиган пишишнинг физик-кимёвий жараёнлари ва термик фазавий ўтишлари, минерал ҳосил бўлишлари, суюқланма ҳосил бўлишлари тадқиқ этилган. Базальт суюқланмасининг кристалланишида бирламчи фаза кўрсатилган ва учламчи системанинг фазавий нисбат диаграммаси қурилган.

3. “Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи диаграммасида базальт тола олиш учун ўрганилган ва мақбул омукта таркибларининг соҳалари кўрсатилган. Куйдиришда хомашё минералларининг фазавий ўтишлари билан бориб, куйдирилган намунада, олинган базальт толасига зарурий физик-механик ва технологик хоссаларни берувчи янги, жумладан форстерит, клиноэнстатит, диопсид, магнетит, авгит, кристобалит ва аморф шиша фазасини ҳосил бўлишларга олиб келиши аниқланган.

4. Кислоталик ва ёпишқоқлик модулларини ҳисобга олган ҳолдаги базальт суюқланмасидаги Арватен базальтининг миқдори 60 дан 80 мас.% гача, Арватен серпентинити 10 дан 15 мас.% гача, ҳамда микрокремнезем 20 дан 30 мас.% гача бўлган мақбул омукта таркиблари ва олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган. «Базальт-серпентинит-микрокремнезем» учламчи системасида минерал момик олиш учун мақбул таркиб соҳалари аниқланган.

5. “Базальт-серпентинит-микрокремнезем” учламчи композицияси асосида минерал момикнинг тажриба намуналарини олишнинг технологик режимлари ишлаб чиқилган ва уларнинг физик-кимёвий ҳамда технологик хусусиятлари тадқиқ этилган. шароитида минерал момик олиш учун энг яхши кўрсаткичларга эга бўлган БСМ-5, БСМ-7 ва БСМ-8 намуналарда “BASALT WOOL” КҚ шароитида ишлаб чиқариш тажриба синовлари ўтказилган. Минерал момик тажриба намуналарининг физик-механик ва технологик кўрсаткичлари бўйича амалдаги ГОСТ 4640-2011 стандарт талабларига мос келиши аниқланган.

6. Ишлаб чиқилган таркиб асосида минерал момик олиш учун хомашё компонентларини танлаш ҳисобига базальт аралашмасини нисбатан паст ҳароратда (1420-1450°C) қайнатишга эришилган. Янги рецептура асосида минерал момик ишлаб чиқаришдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик “BASALT WOOL” КҚ шароитида тоннасига 1 702 500 сумни ташкил этган.

7. Олинган илмий натижалардан маҳаллий ресурслар асосида турли мақсадлардаги иссиқликни ҳимояловчи материаллар олиш учун базальт толасини ишлаб чиқариш бўйича қўлланма материал сифатида фойдаланиш мумкинлиги кўрсатилган.

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

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

КАЗАКОВА МУНИРА НАРЗИКУЛОВНА

**РАСПЛАВООБРАЗОВАНИЕ В КОМПОЗИЦИИ «БАЗАЛЬТ-
СЕРПЕНТИНИТ» И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НА
ИХ ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ВОЛОКНА**

**02.00.13-Технология неорганических веществ и материалы на их основе
02.00.15-Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов**

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2023.4.PhD/T4105 в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен в веб-странице научного совета www.iohx.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Эминов Азизжон Ашрапович доктор технических наук, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	Сабиров Бахтиёр Тохтаевич доктор технических наук, старший научный сотрудник Искендеров Ахмет Максетбаевич доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита диссертации состоится «12» июля 2024 году в 10⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 при Институте общей и неорганической химии АН РУз. по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; e-mail: iohx@academy.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (указан под номером 25). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан « 27 » июня 2024 года
(реестр протокола рассылки № 25 от « 27 » июня 2024 года)

Н.Х. Усанбаев

председатель разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.х.н.

Ж.С. Шукуров

Учёный секретарь разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н.

Ш.С. Намазов

Председатель разового научного семинара
при разовом научном совете по присуждению
ученой степени, д.х.н., проф., академик

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость диссертационной темы. Во всем мире одной из важнейших проблем производства является расширение отечественной сырьевой базы за счет привлечения новых месторождений минеральных ресурсов, а также промышленных отходов. В производстве теплоизоляционных материалов наиболее приемлемым сырьем для получения минеральных волокон с уникальными свойствами показали себя магматические породы – базальты, порфирит, габбро - диабазы, которые имеют стабильный химико-минералогический состав, экологичны и пожаробезопасны. Ведущие ученые различных стран по праву считают базальтовые волокна основой материаловедения XXI века и прочат им самое перспективное будущее в дальнейшем развитии мирового технического прогресса. Базальтовые волокна полностью заменили канцерогенный асбест во всех областях его применения, превосходя по основным свойствам более чем в три раза, в том числе и по теплоизоляционным характеристикам, благодаря чему имеют большое значение.

В настоящее время в мире широко проводятся научно-исследовательские работы по исследованию процессов спекания, расплавообразования, фазовых превращений магматических пород. В этом плане уделяется особое внимание: интенсификации производства получения базальтового волокна с модифицирующими добавками; управлению физико-химическими процессами варки смеси с учетом модуля кислотности исходных компонентов и вязкости расплавов тройных систем при различных интервалах температур; обоснованию влияния химико-минералогического состава и температуры на образование новых кристаллических фаз минералов, полученных в результате фазовых превращений исходных компонентов; установлению технологических режимов получения минеральной ваты на основе разработанной рецептуры базальтовой смеси.

В республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по технологии производства теплоизоляционных материалов на основе магматических пород, с изучением их физико-механических, технологических свойств и достигнуты определенные научные и практические результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 гг. отмечено, что объем строительных материалов следует увеличить в 2 раза, расширить сырьевую базу за счет вовлечения нетрадиционных нерудных сырьевых и вторичных ресурсов, разработать и внедрить безотходную технологию в рамках «Зеленой экономики».¹ В этом плане приобретает особое значение проведение научно-исследовательских работ по разработке низкотемпературной технологии получения базальтоволокнистых минеральных ват для теплоизоляционных материалов на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП № 60 от 28 января 2022 г. «О Стратегии Развития

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы».

Нового Узбекистана на 2022-2026 гг.», УП № 4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-4335 от 23 мая 2019 г. «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», ПП № 2698 от 26 декабря 2016 г. «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017-2019 гг.», 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 технологий Республики Узбекистан. VII «Химическая технология и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В опубликованных литературных источниках широко освещены вопросы, посвященные физико-химическим исследованиям процессов плавления, низкотемпературной варки базальтового волокна, разработке составов и технологий получения базальтоволоконистых материалов на основе минерально-сырьевых и вторичных ресурсов, а также улучшению их физико-механических и технологических свойств. Этими вопросами также занимались ведущие ученые разных стран, такие как А.А.Ботвинкин, П.П.Будников, М.Китайгородский, К.Горняй, Ю.П.Горлов, А.Меркин, А.В.Хандошка, Б.И.Ворожцова С.Г.Власова, А.А. Устенко, Д. Джигирис, М.Ф. Максов, В. Дубровский, Д.Зимин, Н.Ходаков, Н. Аблесимов, С.Buratti, E.Moretti, M.Francesca, F.Akkurt, M.Barczewski, C.Seghini, и многие другие ученые посвятили свои исследования изучению свойств и структуры силикатных расплавов.

В Республике проведен ряд исследований по получению камнелитейных, теплоизоляционных материалов различного назначения на основе отечественных нетрадиционных магматических и каменных минерально-сырьевых ресурсов с использованием отходов различной промышленности. Основные научные работы по данному направлению отражены в исследованиях, проведенных учеными: Н.А.Сиражиддиновым, А.А.Исмаатовым, З.Р.Кадыровой, П.А.Арифовым, Ш.А.Файзиевым, Д.Д. Гуламовым и др.

Однако, несмотря на очевидные полученные результаты, отсутствует достоверная и научно-обоснованная информация по получению минеральной ваты и волокон для теплоизоляционных материалов на основе тройной композиции “базальт-серпентинит-микрокремнезём” при использовании энерго- и ресурсосберегающих технологий производства с учетом экономических и экологических аспектов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами в организации, где выполняется диссертация. Диссертационная работа выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз в рамках научно-технического проекта ПЗ-20170920189 «Разработка

импортозамещающих составов и технологии получения теплоизоляционно-огнеупорных и керамических материалов путем комплексной переработки нерудных сырьевых и вторичных ресурсов» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является изучение процессов расплавообразования в композиции «базальт-серпентинит» и на этой основе разработка технологии получения минерального волокна.

Задачи исследования:

определение химико-минералогических составов, физико-химических свойств исследуемых сырьевых компонентов базальтов и серпентинитов Арватенского месторождения, а также основных характеристик микрокремнезема, являющегося отходом АО «Узметкомбинат»;

изучение фазовых превращений, процесса минералообразования и кристаллизации фаз в системах на основе базальта, серпентинита и микрокремнезема и установление области оптимальных составов на их основе;

разработка составов опытных базальтовых смесей для исследования физико-химических процессов спекания и получения базальтового расплава;

разработка технологических режимов варки в зависимости от вязкости расплава для получения минеральной ваты на основе разработанного состава тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем»;

физико-химические и технологические характеристики полученных опытных образцов минеральной ваты;

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

Объектами исследования являются базальты и серпентиниты Арватенского месторождения, а также опытные образцы микрокремнезема и минеральной ваты - отходов, получаемых при производстве ферросилиция на АО «Узметкомбинат».

Предметы исследования. Изучение процессов спекания, каменного литья, расплавообразования и варка исходных компонентов при высоких температурах; изучение физико-химических, физико-механических и технологических свойств опытных образцов базальто-серпентинитового волокна и минеральной ваты; установление оптимальных составов, технологических режимов расплавообразования и каменного литья путем выполнения лабораторных исследований и опытно-производственных испытаний.

Методы исследований. В диссертации использованы современные методы физико-химического анализа (рентгеноспектральный, рентгенофазовый, дифференциально термический, ИК-спектроскопический, электронная микроскопия) и традиционные методы, предназначенные для стекольной и каменнолитейной технологии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые обоснована возможность использования базальтового расплава на основе тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» для получения минеральной ваты для изготовления теплоизоляционных

материалов, используемых в различных целях;

определены химико-минералогические составы и физико-химические характеристики магматических, каменистых сырьевых ресурсов и аморфного микрокремнезема, а также их влияние на процесс расплавообразования, физико-химические и технологические свойства опытных образцов минеральных ват;

установлено структурообразование новых кристаллических фаз в процессе твердофазного спекания двойной и тройной системы на основе базальта, серпентинита и микрокремнезема при температурах 900-1450°C;

обоснованы закономерности фазовых превращений сырьевых компонентов с образованием структуры кристаллических фаз минералов диопсида, авгита, магнетита, форстерита и тридимита;

определены процессы расплавообразования в двойной и тройной системе базальто-серпентинитовой смеси с участием микрокремнезема и область оптимальных составов на тройной диаграмме;

установлены оптимальные шихтовые составы и технологические режимы варки базальтовой смеси в интервале температур 1000-1450°C на основе тройной системы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснована возможность использования базальтов и серпентинитов Арватенского месторождения с учетом модуля кислотности и вязкости в сочетании с микрокремнеземом для разработки состава и получения базальто-серпентинитового волокна;

оптимизированы компонентные составы и разработаны технологические режимы вытягивания волокна из базальтового расплава с учетом его вязкости и получение минеральной ваты из разработанного состава базальтовой смеси на основе низкотемпературной технологии варки;

образцы минерального волокна, полученные на основе новой рецептуры, апробированы в производственных условиях путем проведения опытных испытаний.

Достоверность результатов исследований подтверждена применением современных методов физико-химического анализа и традиционных методов исследований минеральных ват, а также опытно-производственными испытаниями в производственных условиях образцов минеральных волокон полученных на основе новых рецептур.

Научная и практическая значимость результатов исследований заключается в обосновании процессов структурообразования новых кристаллических фаз, полученных вследствие твердофазного спекания, фазовых превращений, расплавообразования и варке исходных компонентов тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем», а также в установлении функциональной зависимости изменения физико-химических, физико-механических и технологических показателей: модуля кислотности и вязкости сырьевых компонентов минеральных ват, полученных на основе базальто-серпентинитовых волокон, от концентрационных составов.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что

впервые разработаны и оптимизированы новые энерго- и ресурсосберегающие составы и технологии низкотемпературного получения минеральной ваты с улучшенными технологическими свойствами на основе тройной системы. Данное технологическое изменение способствует расширению сырьевой базы, надежной и рациональной утилизации металлургического отхода, сокращению производственных затрат при расплавообразовании и варки, и получению востребованной продукции, отвечающей действующим требованиям стандарта, что значительно повышает экономический уровень их производства и улучшает экологическую обстановку региона.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по исследованию процессов расплавообразования в тройной системе «базальт-серпентинит-микрокремнезем» и разработке состава, низкотемпературной технологии производства минеральной ваты, с использованием отечественных сырьевых и вторичных ресурсов:

разработанный состав минеральной ваты на основе тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» включен в перечень перспективных разработок, внедряемых в СП «BASALT WOOL» в 2024-2025 гг. (Справка СП «BASALT WOOL» № 89 от 29 января 2024 г.). Результат внедрения разработанного состава даёт возможность производить минеральную вату в 3,5 раза дешевле по сравнению с действующим составом;

технология получения минеральной ваты на основе местных сырьевых и вторичных ресурсов включена в перечень перспективных разработок, внедряемых в СП «BASALT WOOL». (Справка СП «BASALT WOOL» № 89 от 29 января 2024 г.). В результате появляется возможность получения теплоизоляционного материала на основе низкотемпературной варки, отвечающего требованиям действующего стандарта.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 14 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 27 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 3 в зарубежных и 3 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объём диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертационной работы, детализируются цель и задачи, объекты и предметы исследования, раскрывается потенциал научно-исследовательской работы по ведущим направлениям развития науки и техники в республике, показаны и описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, представлена

исследовательская информация о внедрении результатов работы, приведена информация об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации на тему **«Современное состояние исследования теплоизоляционных материалов на основе магматических и каменистых сырьевых ресурсов и перспективы их развития»** подробно описаны результаты научных исследований по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы. Данные были обобщены и подвергнуты научному анализу. Обсуждены данные опубликованных авторами зарубежных и отечественных стран по технологии получения базальтоволокнистых материалов, а также составы и свойства базальтовых расплавов в зависимости от их модуля кислотности и вязкости, разработанные с использованием различных промышленных отходов.

Также проведены работы по разработке эффективных составов и технология производства минеральной ваты на основе базальтовых волокон для теплоизоляционных материалов различного назначения. В результате критического анализа опубликованных работ были определены цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «Приготовление исходных образцов магматических и каменистых сырьевых ресурсов Арватена для получения минеральной ваты. Основные методы для их осуществления» приведены данные о способах приготовления исходных компонентов и опытных базальтоволокнистых образцов теплоизоляционных материалов на основе магматических и каменистых минерально-сырьевых ресурсов, и отходов различных промышленности Республики.

При исследовании физико-механических и технологических характеристик опытных образцов на основе тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем» применены действующие стандарты для производства базальтоволокнистых теплоизоляционных материалов различного назначения, в частности минеральной ваты. В целом, показано, что комплексно исследованы физико-химические, физико-механические и технологические свойства базальтоволокнистых образцов, а также технологические режимы процессов их получения.

В третьей главе диссертации **«Характеристика магматических и каменистых сырьевых ресурсов месторождений Арватена и разработка составов минерального волокна для теплоизоляционных материалов»** подобраны магматически горные и каменистые породы – базальты и серпентиниты Арватенского месторождения и микрокремнезем – металлургический отход производства ферросилиция АО «Узметкомбинат» Республики и приведены результаты их комплексного: аналитического, рентгенофлуорисцентного, рентгенофазового, дифференциально-термического, электронно-микроскопического, ИК-спектроскопического и энергодисперсионного исследования для разработки шихтового состава базальтового волокна.

Результаты определения химического состава, модулей кислотности и вязкости использованных сырьевых компонентов приведены в табл.1.

При этом следует отметить, что значение модуля кислотности для минеральных ват должно составлять не менее 1,4-2,0 по ГОСТ 4640-2011.

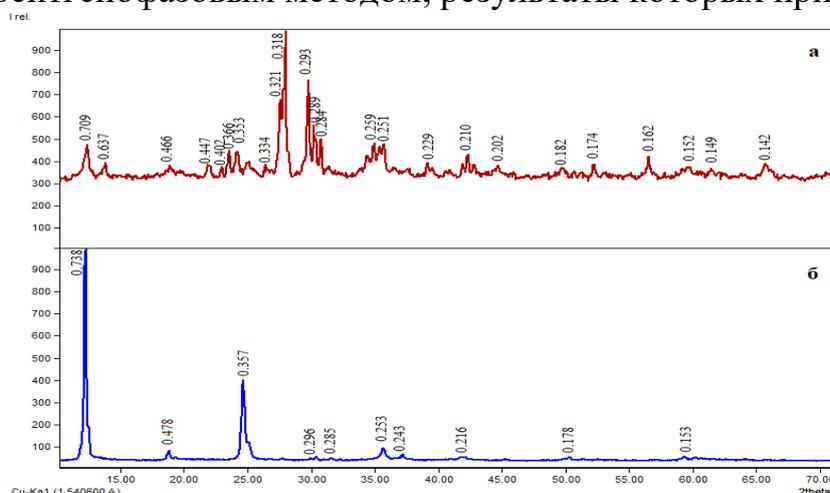
Таблица 1

Результаты химического анализа образцов базальта и серпентинита Арватенского месторождения

Наименование проб	Содержание оксидов, мас.%										ППП, мас. %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	
Арватенский базальт	36,03	12,04	0,11	14,76	1,15	13,01	8,02	1,78	0,79	0,23	11,78
Арватенский серпентинит	36,82	2,26	0,10	7,11	1,09	1,15	39,57	1,01	0,11	0,25	10,31
Микрокремнезем	85,00-89,00	0,70-0,90	-	1,10-1,50	-	3,50-4,00	2,70-3,00	-	-	0,40-0,60	-

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

Изучены химико-минералогические составы и физико-химические характеристики исследуемых сырьевых материалов, также обожженных базальтовых и серпентинитовых образцов. Минералогический состав исследуемых образцов Арватенского базальта и серпентинита определен рентгенофазовым методом, результаты которых приведены на рис.1.



**Рисунок 1.
Рентгенограммы проб образцов базальта (а) и серпентинита (б) Арватенского месторождения**

Результаты рентгенофазового анализа опытных образцов из базальта Арватенского месторождения показали, что основным породообразующим минералом является кварц, альбит и хлорит. На рентгенограммах образцов серпентинита обнаружено наличие дифракционных максимумов, относящихся к породообразующим минералам серпентина, а также мелкозернистого магнетита. Кроме того, из второстепенных минералов соответственно присутствуют кварц, хлорит, тальк. Температура плавления серпентинитовых образцов колеблется от 1260 до 1275°C, что вероятно связано с неоднородностью природной минеральной породой.

В результате рентгенофазового анализа установлено, что в образцах микрокремнезема производства АО «Узметкомбинат» оксид кремния

присутствует в аморфном состоянии. Магнитная фракция микрокремнезема состоит из кристаллического кремния, магнетита, гематита, обнаружены следы α -кварца, α -тридимита α - и β -карбида кремния. В немагнитной фракции идентифицированы силикаты типа α - CaSiO_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})_3(\text{SiO}_3)_4$ и определено небольшое количество кристаллической фазы карбида кремния.

Морфологическая картина опытных образцов Арватенских базальтов и серпентинитов, а также микрокремнезема, полученного сканирующим электронным микроскопом в различных масштабах, варьирующих от 100 мкм и 50 мкм с помощью программного обеспечения Smart SEM, приведены на рис.2.

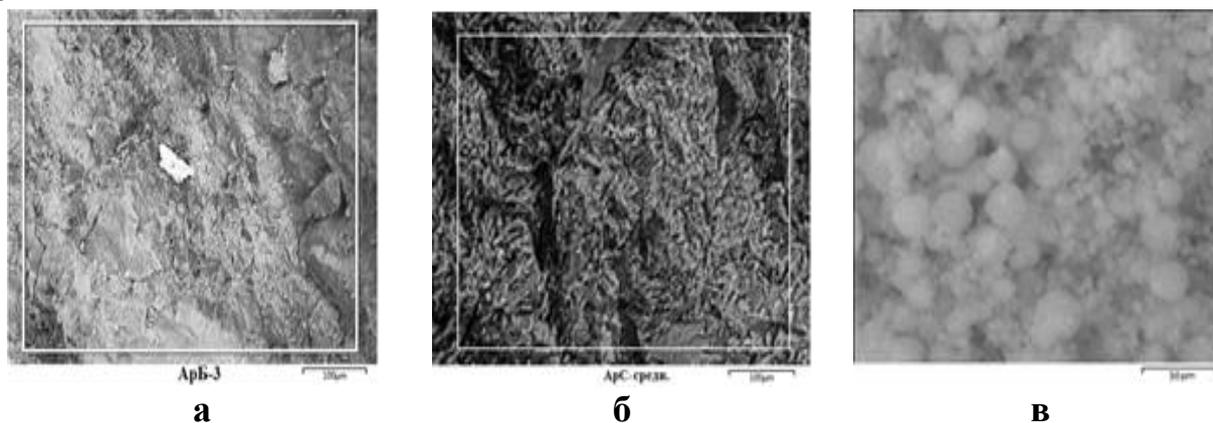


Рисунок 2. Электронно-микроскопические снимки Арватенского базальта (а) и серпентинита (б), микрокремнезема (в): ув.х1000

Электронно-микроскопические снимки образцов Арватенских базальтов (рис.2а) показали, сравнительно однородные смеси минерала кварца с незначительным количеством примесей полевых шпатов, карбонатов и хлоритов. В образце базальта содержится сравнительно большое количество железистых (13,49 мас.%), алюминиевых (9,09 мас.%), магниевых (5,22 мас.%) соединений, а кальциевых (1,83 мас.%) - значительно меньше, чем других. В образце серпентинита (рис.2б) выявлены смеси минералов оливина с магнетитом. При этом переход железа из оливина в оксидную форму, т.е. в магнетит, является обычным процессом, который сопровождает процесс серпентинизации в этих горных породах, железистость исходного природного оливина составляет около 5-8 мас.%. Так как, естественный процесс серпентинизации является относительно низкотемпературным процессом, происходящим в окислительной среде, он сопровождается окислением железа и переходом его из силикатной (из оливина) формы в оксидную форму (магнетит).

Полученные микрофотографии (рис.2в) микрокремнезема показывают, что его частицы состоят преимущественно из сферической формы размером 0,1-0,4 мкм, объединенных в агрегаты размером до 1 мкм.

На кривой нагревания образца базальта Арватенского месторождения (рис.3) обнаружены три эндотермических эффекта при температурах 96, 623 и 742°C, которые соответствуют удалению адсорбированной, химически

связанной воды, а также связаны с декарбонизацией минералов базальта и разрушением его структуры. Появление двух экзотермических эффектов при 559 и 658°C объясняется переходом β -кварца в α -кварц, а также перекристаллизацией аморфных фаз из образца базальта. Последующие два экзотермических эффекта при температурах 786 и 818°C соответствуют началу новообразования кристаллической структуры минерала диопсида и авгита. Проявляется процесс дегидратации и декарбонизации в интервале температур 500-780°C, сопровождающийся потерей массы, которая составляет 10,96%.

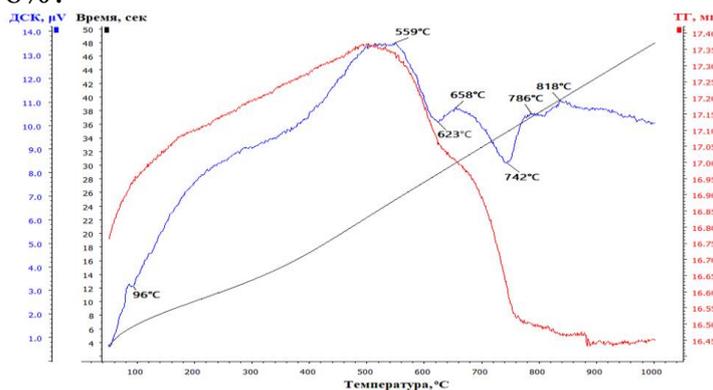


Рисунок 3.
ДТА образца
Арватенского базальта

Дифференциально-термический анализ опытных образцов Арватенских серпентинитов проводили в интервале температур 20-1100°C с последующей потерей массы. Результаты показали, что на кривой нагревания температуры обнаружены четыре эндотермических эффекта при температурах 185 и 351°C, которые соответственно связаны с удалением адсорбированной и гидратной воды. Третий эндотермический эффект при температуре 620°C связан с удалением кристаллизационной воды из исходного образца серпентинита, а эндозффект при температуре 776°C объясняется декарбонизацией. На кривой нагревания ДТА наличие экзотермических эффектов при температуре 299°C связано с выгоранием органических примесей. Экзоэффекты при температурах 559°C и 624°C соответственно связаны с разрушением аморфной структуры природного серпентинита и выделением газообразного оксида углерода (IV) из карбонатных минералов, содержащихся в серпентинитовом образце, т.е. разложением карбонатов магния и кальция.

Полученные результаты дифференциально-термического анализа проб образца микрокремнезема, снятые в интервале температур 20-1000°C, показывают, что на кривых ДТА при температуре 80°C происходит удаление адсорбционной влаги. Также наблюдается три эндотермических эффекта при температурах 430°C, 690°C и 930°C, связанные с удалением гидратной воды, благодаря переходу гетита в гематит, а также полиморфным превращениям α -Fe₂O₃ в γ -Fe₂O₃ соответственно.

Результаты ИК-спектроскопического исследования (рис.4) образца серпентинита показывают полный набор полос деформационных и валентных колебаний в силикатной группировке. Такой набор полос поглощения частот соответствует минералам оливина, серпентина с малой интенсивностью и относится к железистому магнетиту. Полосы поглощения в области частот 520-980 см⁻¹ относятся к колебаниям тетраэдров SiO₄ для группы [SiO₄]⁴⁻. Полосы поглощения около 3700 см⁻¹ соответствуют ОН группе в структуре природного серпентинита.

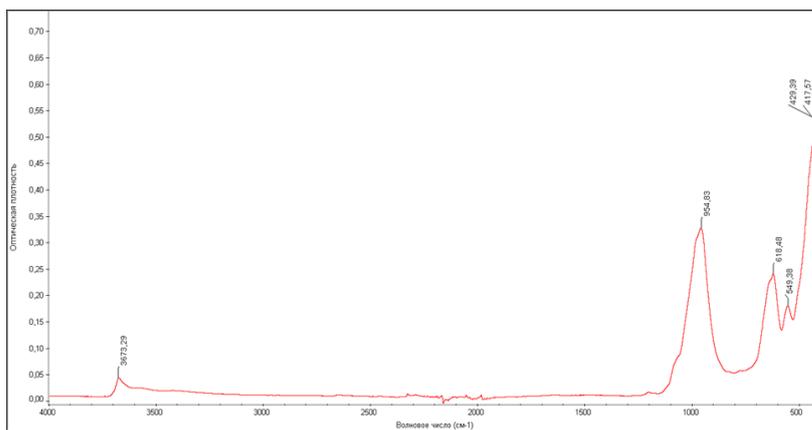


Рисунок 4.
ИК-спектры
образца
Арватенского
серпентинита

Изучены процессы термообработки и расплавообразования сырьевых компонентов для получения минеральных волокон с помощью современных физико-химических методов анализа и классических методов исследования стекольной технологии.

Установлены твердофазные реакции, процессы спекания, термического фазового превращения, минералообразования, происходящие при различных стадиях обжига опытных образцов базальта и серпентинита Арватенского месторождения, результаты которых приведены на рис.5.

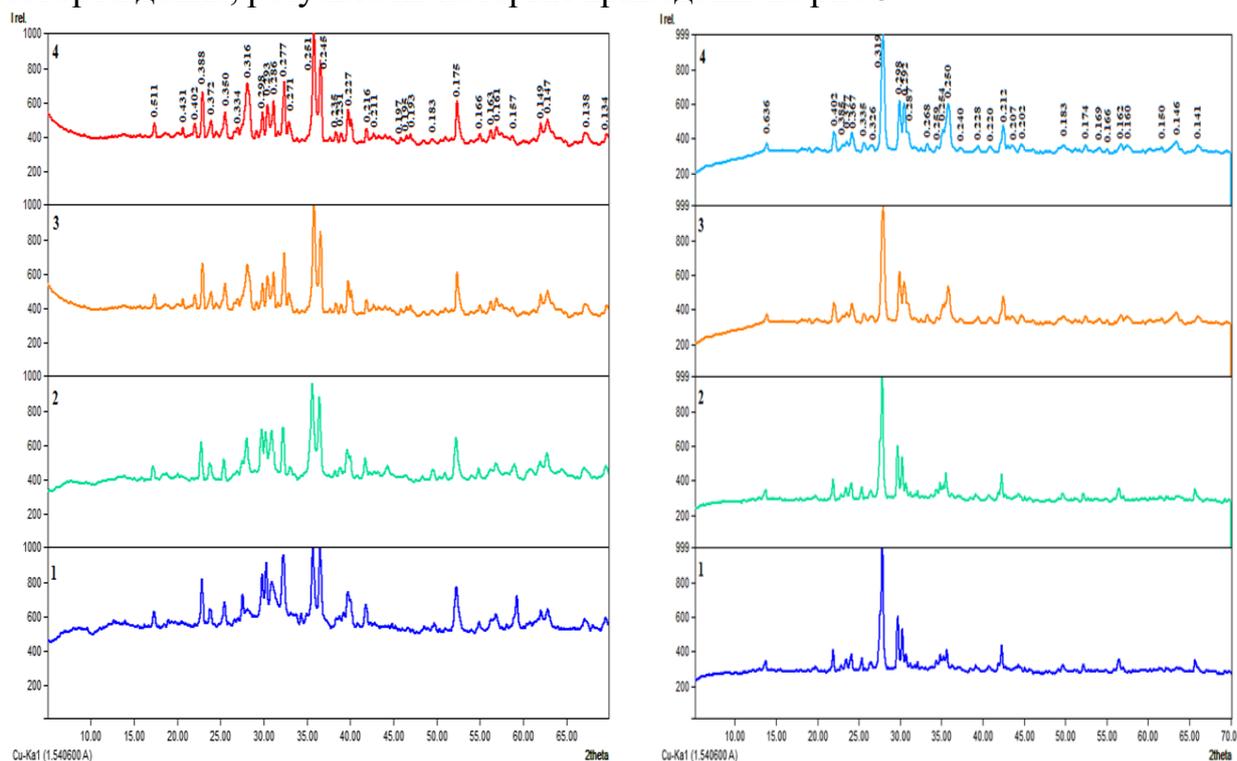


Рисунок 5. Рентгенограммы обожженных образцов Арватенских базальтов (а) и серпентинитов (б) при различных температурах:
а) 1-800; 2-900; 3-1000; 4-1100 °С
б) 1-1200; 2-1100; 3-1000; 4-900 °С

Результаты рентгенофазового анализа обожженных образцов базальта и серпентинита в интервале температур соответственно при 800-1100°C и 900-1200°C показали, что в процессе обжига в образцах базальта (рис.5а) и серпентинита (рис.5б) происходят твердофазовые химические реакции, т.е. значительные фазовые изменения сырьевой породы с новообразованием

новых кристаллических фаз минералов.

В образцах базальта при температуре 800°C обнаружено значительное количество минерала диопсида и энстатита, в которых с повышением температуры обжига интенсивность дифракционных линий, относящихся к минералу диопсида, постепенно увеличивается. Следует отметить, что при обжиге образца базальта до температуры 1100°C дифракционные линии минерала альбита полностью не исчезли. Учитывая низкое начало температуры плавления образца базальта (1090-1120°C), в определенном количестве минерал альбит, не изменяя структуры, образует жидкую фазу.

Результаты рентгенофазового анализа обожженных образцов серпентинита (рис.5б) показали, что в результате процесса обжига, выше температуры 900°C, интенсивно начинается образование минералов форстерита, клиноэнстатита, количество которых достигает максимума при температуре 1150-1200°C. В целом, фазовый состав достаточно спеченного серпентинита в основном состоит из кристаллических фаз минералов форстерита $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$, клиноэнстатита $\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ и незначительном количестве кремнезема и оксида железа с участием жидкой фазы.

Для установления твердофазовых превращений и определения температуры плавления в опытных обожженных образцах на основе двойных и тройной систем, с использованием базальта, серпентинита и микрокремнезема был подготовлен ряд образцов с различными концентрационными составами исходных компонентов.

Компонентные составы, температуры плавления и первичная фаза кристаллизации тройной систем на основе базальта (Б), серпентинита (С), микрокремнезема (М) приведены в табл.2, в которой первичными кристаллическими фазами являлись: α -тридимит (SiO_2), пироксен ($\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$), клиноэнстатит ($\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$), гематит (Fe_2O_3), шпинель ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), плагиоклаз ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) и оливин ($(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$).

По результатам определения температуры плавления и первичной фазы при кристаллизации базальтового расплава построена диаграмма фазового соотношения тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» с указаниями политермических разрезов соответствующих двойных систем (рис.6). Показано, что в результате процессов термической обработки обжиг сопровождается фазовыми превращениями исходных сырьевых минералов, приводящих к новообразованиям в обожженном черепке - минералов форстерита, клиноэнстатита, диопсида, магнетита, авгита и кристобалита и аморфной стекловидной фазы, которые придают необходимые физико-механические и эксплуатационные свойства полученному готовому образцу минеральной ваты.

Таблица 2

Компонентные составы и температуры плавления точек тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» и фазы кристаллизации расплавов

№ состава	Компоненты, мас. %			T _{плав.} °C	Первичная фаза кристаллизации
	Б	С	М		
1	60	10	30	1160	α-тридимит + пироксен+гематит
2	50	20	30	1180	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
3	40	30	30	1215	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
4	30	40	30	1240	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
5	20	50	30	1260	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
6	10	60	30	1275	α-тридимит +оливин + клиноэнстатит + шпинель
7	70	10	20	1130	Пироксен + плагиоклаз + гематит
8	60	20	20	1160	Пироксен + плагиоклаз + гематит
9	50	30	20	1185	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
10	40	40	20	1215	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
11	30	50	20	1245	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
12	20	60	20	1260	α-тридимит + пироксен + клиноэнстатит + гематит
13	10	70	20	1275	α-тридимит + оливин +клиноэнстатит + шпинель
14	80	10	10	1115	Пироксен + плагиоклаз + гематит
15	70	20	10	1130	Пироксен + плагиоклаз + гематит
16	60	30	10	1165	Пироксен + плагиоклаз + гематит
17	50	40	10	1200	Пироксен + оливин + шпинель
18	40	50	10	1230	Пироксен + оливин + шпинель
19	30	60	10	1260	Пироксен + оливин + шпинель
20	20	70	10	1270	Пироксен + оливин + шпинель
21	10	80	10	1285	Пироксен + оливин + шпинель
22	85	10	5	1110	Пироксен + плагиоклаз + гематит
23	75	20	5	1125	Пироксен + плагиоклаз + гематит
24	65	30	5	1155	Пироксен + плагиоклаз + гематит
25	55	40	5	1200	Пироксен + оливин + шпинель
26	45	50	5	1220	Пироксен + оливин + шпинель
27	35	60	5	1240	Пироксен + оливин + шпинель
28	25	70	5	1265	Пироксен + оливин + шпинель
29	15	80	5	1275	Пироксен + оливин + шпинель
30	5	90	5	1290	Оливин + клиноэнстатит

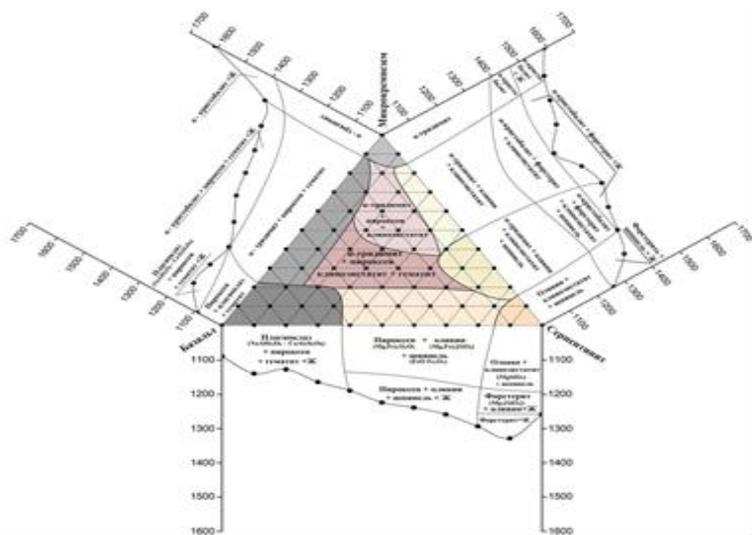


Рисунок 6.
Диаграмма плавкости
тройной системы
«базальт-серпентинит-
микрокремнезем»
с политермическими
разрезами двойных
систем

В целом установлено, что на основе отечественных магматических, каменистых и вторичных ресурсов имеется возможность разработки концентрационных составов базальтовых шихт минеральных ват для получения востребованных теплоизоляционных материалов различного назначения.

В четвертой главе диссертации **«Разработка и оптимизация шихтовых составов и технологические режимы получения минеральных ват. Основные свойства и их опытно-производственное испытание. Рекомендация полученных результатов и расчет экономической эффективности от их использования»** разработаны оптимальные шихтовые составы и технологические режимы получения базальтового расплава для производства минеральных ват с учетом модулей кислотности и вязкости на основе отечественных сырьевых и вторичных ресурсов, в частности базальтов и серпентинитов Арватенского месторождения и металлургических отходов (микрокремнезем), полученных при производстве ферросилиция на АО «Узметкомбинат».

Разработаны технологические параметры варки для получения минерального волокна на основе разработанного состава тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем», результаты приведены в табл.3.

Таблица 3

Оптимальные шихтовые составы для получения минеральной ваты

Наименование образцов	Компоненты, мас.%			Мк	Мв
	Базальт	Серпентинит	Микрокремнезем		
БСМ-1	80	10	10	2,21	1,00
БСМ-2	75	15	10	2,08	0,99
БСМ-3	70	20	10	2,02	0,98
БСМ-4	70	15	15	2,31	1,08
БСМ-5	65	25	10	1,93	0,97
БСМ-6	65	20	15	2,21	1,07
БСМ-7	60	30	10	1,85	0,97
БСМ-8	60	25	15	2,09	1,06

При этом выявлено, что оптимальными составами минеральных ват являются образцы, в котором содержание Арватенского базальта составляет от 60 до 80 мас.%; серпентинита Арватенского - от 10 до 30 мас.%, а также содержание введенного аморфного кремнезема составляет от 10 до 20 мас.%. Как видно из данных табл.3, кроме опытных образцов БСМ-5, БСМ-7 и БСМ-8, остальные образцы не пригодны для производства базальт-волоконной минеральной ваты, так как их значение модуля кислотности выходит за требуемый интервал показателя - от 1,6 до 2,1.

Для приготовления различных вариантов рецептов с целью получения базальтовых волокон и технологической их реализации использованы научные подходы по химико-минералогическим составам сырьевых компонентов. Область изученных и оптимальных составов системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» для получения минеральной ваты приведена на рис. 7.

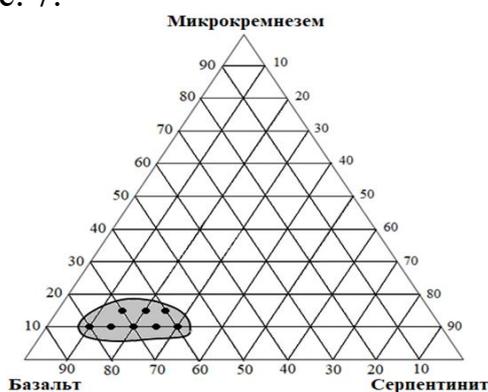


Рисунок 7.
Область изученных и оптимальных концентрационных составов тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем»

В результате проведенных исследований разработана технологическая схема производства минеральной ваты (рис.8) на основе тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем».

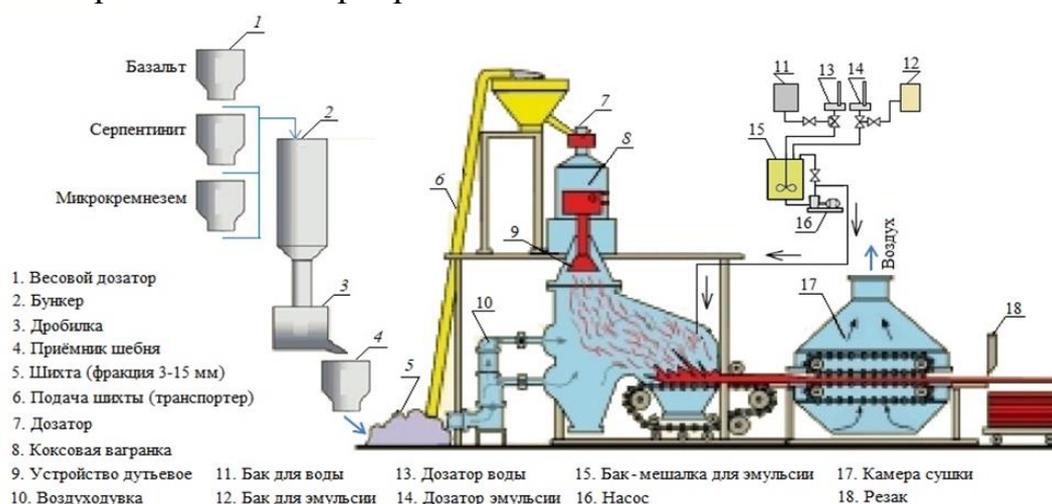


Рисунок 8. Технологическая схема получения минеральной ваты на основе разработанного состава

На основе концентрационного состава тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем» разработаны технологические режимы получения экспериментальных образцов минеральной ваты и изучены их физико-химические и технологические характеристики.

Подобраны опытные образцы минеральных ват, которые имеют наилучшие показатели физико-механических и технологических характеристик, образцы БСМ-5, БСМ-7 и БСМ-8. Проведено опытно-производственное испытание указанных образцов для получения минеральной ваты в условиях СП «BASALT WOOL», которая предназначена для выпуска теплоизоляционных материалов.

Опытно-производственные образцы минеральных ват на основе тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» подвергали испытаниям для определения необходимых физико-механических и технологических характеристик. Результаты определения показали, что оптимальное количество серпентинита и микрокремнезема в составе базальтовой смеси соответственно составляет 20 мас.% и 10 мас.%. Введение этих модифицирующих добавок выше или ниже указанных количеств приводит к ухудшению технологических характеристик минеральной ваты. При этом следует отметить, что показатели свойств (табл.4) разработанных образцов БСМ-5, БСМ-7 и БСМ-8 полностью отвечают требованиям, предъявляемым ГОСТ 4640-2011.

Таблица 4

Физико-механические и технологические свойства полученных минеральных ват на основе тройной композиции

Показатели	ГОСТ 4640- 2011	Опытные образцы ваты		
		БСМ-5	БСМ-7	БСМ-8
Плотность, кг/м ³ , не более	50	38	40	34
Модуль кислотности, не менее	1,6	1,93	1,85	2,09
Водостойкость, рН, не более	4,0	2,7	2,8	2,4
Средний диаметр волокна, мкм, не более	6,0	3,5	3,3	3,0
Теплопроводность*, Вт/(м·К), не более, при температуре: 283 К (10 °С) 298 К (25 °С)	0,038	0,034	0,035	0,033
	0,039	0,036	0,037	0,035
Влажность, % по массе, не более	1,0	1,0	1,0	1,0
Марка по ГОСТ 4640-2011	50/35	50	50	35

При этом следует отметить, что для необходимой варки базальтового расплава требуется температура в пределах 1550-1600°С. На основе разработанного состава достигнута сравнительно низкая температура (1420-1450°С) варки за счет подбора исходных сырьевых компонентов для получения минеральной ваты. Показано, что результаты расчета экономической эффективности производства минеральных ват на основе новой рецептуры составляют 1702500 сумов за тонну в условиях СП «BASALT WOOL».

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что разработанная минеральная вата на основе тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем» соответствует всем необходимым требованиям действующего стандарта и может быть использована в качестве теплоизоляционных материалов различного назначения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучением химико-минералогических составов, физико-химических характеристик сырьевых и опытных волокнистых образцов на основе базальтов и серпентинита Арватенского месторождения и микрокремнезема производства ферросилиция на АО «Узметкомбинат» выбраны перспективные сырьевые смеси для минеральной ваты. Изучены процессы твердофазного спекания сырьевых компонентов и варка базальтового расплава.

2. Исследованы физико-химические процессы фазового превращения, минералообразования, спекания, расплавообразования, происходящие при различных температурах в опытных образцах на основе двойных систем «базальт-серпентинит», «базальт-микрокремнезем», «серпентинит-микрокремнезем». Показана первичная фаза при кристаллизации базальтового расплава и построена диаграмма фазового соотношения тройной системы.

3. Показана область изученных и оптимальных составов шихт для получения базальтовых волокон на тройной диаграмме «базальт-серпентинит-микрокремнезем». Показано, что обжиг сопровождается фазовыми превращениями сырьевых минералов, приводящих к новообразованиям в обожженном образце, в частности форстерита, клиноэнстатита, диопсида, магнетита, авгита и кристобалита и аморфной стекловидной фазы, которые придают необходимые физико-механические и эксплуатационные свойства полученному базальтовому волокну.

4. Разработаны оптимальные шихтовые составы и технологические режимы получения базальтового расплава с учетом модулей кислотности и вязкости, в которых содержание Арватенского базальта составляет от 60 до 80 мас.%; Арватенского серпентинита от 10 до 30 мас.%, а также микрокремнезема от 10 до 20 мас.%. Установлена область оптимальных составов тройной системы «базальт-серпентинит-микрокремнезем» для получения минеральной ваты.

5. Разработаны технологические режимы получения опытных образцов минеральной ваты на основе тройной композиции «базальт-серпентинит-микрокремнезем» и исследованы их физико-химические и технологические характеристики. Проведено опытно-производственное испытание образцов, БСМ-5, БСМ-7 и БСМ-8, которые имели наилучшие показатели для получения минеральной ваты в условиях СП «BASALT WOOL». Установлено, что разработанные образцы базальто-волокнистой минеральной ваты по физико-механическим и технологическим показателям отвечают требованиям стандарта ГОСТ 4640-2011.

6. Установлено, что на основе разработанного состава достигнута сравнительно низкая температура варки базальтовой смеси (1420-1450°C) за счет подбора сырьевых компонентов для получения минеральной ваты. Ожидаемая экономическая эффективность производства минеральных ват на основе новой рецептуры составляет 1 700 520 сум/тн в условиях СП «BASALT WOOL».

7. Показано, что полученные научные результаты могут быть использованы в качестве справочного материала по производству базальтового волокна для теплоизоляционных материалов различного назначения на основе отечественных ресурсов путем решения проблемы экономики и экологии.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 FOR
THE AWARD OF AN ACADEMIC DEGREE AT THE INSTITUTE
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

INSTITUTE GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

KAZAKOVA MUNIRA NARZIKULOVNA

**MELT FORMATION IN THE “BASALT-SERPENTINITE”
COMPOSITION AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR
PRODUCING MINERAL FIBER BASED ON THEM**

02.00.13 - Technology of inorganic substances and materials based on them

02.00.15- Technology of silicate and refractory non-metallic materials

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

Tashkent – 2024

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan in number B2023.4.PhD/T4105

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific website page of the Scientific Council www.ionx.uz and on the information of "ZiyoNet" Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific adviser

Eminov Azizjon Ashrapovich

doctor of technical sciences, senior researcher

Official opponents:

Sabirov Bakhtiyar Toxtayevich

doctor of technical sciences, senior researcher

Iskenderov Akhmet Maksetbayevich

doctor of technical sciences, associate professor

Lead organization:

Navoi state mining and technology university

The defense of the thesis will take place July "12" 2024 at 10⁰⁰ hours at a meeting of the DSc Scientific Council DSc.02/05.05.2023K/T.35.02 at the Institute of General and Inorganic Chemistry at the address: (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek St., 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

The dissertation can be found at the information and resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry (indicated under the number 20). (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

The abstract of the dissertation was sent out June "27" 2024.
(registry of the mailing protocol № 25 dated June "27" 2024.

N.H. Usanbaev

Chairman of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences

J.S. Shukurov

Scientific secretary of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences

Sh.S. Namazov

Chairman of a one-time scientific seminar
with a one-time scientific council for the award
scientific degree, doctor of Technical Sciences, prof., academician

INTRODUCTION (abstract of (PhD) thesis)

The aim of the research work is to study melt formation in the “basalt-serpentinite” composition and to develop a technology for producing mineral fiber based on them.

The object of the research work are basalts and serpentinites of the Arvaten deposit and microsilica, which is a waste product of ferrosilicon production at Uzmetkombinat JSC, and prototypes of mineral wool.

Scientific novelty of the research work is as follows:

for the first time, the possibility of obtaining a basalt melt based on a ternary system using the stone casting method for mineral wool was substantiated;

the chemical-mineralogical compositions and physico-chemical characteristics of magmatic, rocky raw materials and amorphous microsilica were determined, as well as their influence on the process of melt formation, physico-chemical and technological properties of prototype mineral wool samples;

the structure formation of new crystalline phases was established in the process of solid-phase sintering of binary and ternary systems based on basalt, serpentinite and microsilica at temperatures of 900-1450°C;

the patterns of phase transformations of raw materials with the formation of the structure of crystalline phases of the minerals diopside, augite, magnetite, forsterite and tridymite are substantiated;

the processes of melt formation in a binary and ternary system based on a basalt-serpentinite mixture with the participation of microsilica and the region of optimal compositions on the ternary diagram were determined;

optimal charge compositions and technological modes for cooking a basalt composition in the temperature range of 1000-1450°C based on a ternary composition have been established.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the study of melt formation processes in the ternary system “basalt-serpentinite-microsilica” and the development of composition, low-temperature technology for the production of mineral wool, using domestic raw materials and secondary resources:

the composition developed for obtaining mineral fluff using the "basalt-serpentinite-microsilica" system is included in the list of promising developments to be introduced in 2024-2025 at JV "BASALT WOOL" (Certificate of the joint venture “BASALT WOOL” No. 89 dated January 29, 2023). The result of introducing the developed composition makes it possible to produce mineral wool 1.5 times cheaper compared to existing ones;

the technology for producing mineral wool based on local raw materials and secondary resources is included in the list of promising developments being implemented in the BASALT WOOL joint venture (Certificate of JV “BASALT WOOL” No. 89 dated January 29, 2024). As a result, it becomes possible to obtain a heat-insulating material based on low-temperature cooking that meets the requirements of the current standard.

The structure and volume of the thesis. The content of the thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, and a list of references and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I бўлим (I часть; I part)

1. Казакова М.Н., Кадырова З.Р. Арватенские магматические породы - перспективное сырьё для получения базальтового волокна // Узбекский химический журнал. 2022. №4. С.39-43. (00.02.00)
2. Kazakova M.N., Eminov A.A., Shokosimov I.K. Chemical - mineralogical investigation basalt and serpentinite for obtaining mineral fiber. Glass and Ceramics. 2023. Vol. 80. Nos. 3–4, P.150-153. Scopus (3), IF-0,626
3. Kazakova M.N., Eminov A.A., Purkhanatdinov A. Elemental compositions and structure of basalt of the Arvaten deposit. Science and Education in Karakalpakstan. 2023. № 4/2. P.177-181. (02.00.16)
4. Kazakova M.N., Kadyrova Z.R., Shokosimov I. K. Determination of the chemical and mineralogical composition of Gavasai trachybasaltic porphyrite for preparing mineral fiber Glass and Ceramics. 2023. Vol. 80. Nos. 7–8, P.342-346. Scopus (3), IF-0,626
5. Казакова М.Н., Эминов А.А., Пардаев Т.У. Химико-минералогический состав и структуры серпентинитов Арватенского месторождения. //Узбекский химический журнал. 2023. № 6. С.39-43. (00.02.00).
6. Kadyrova Z.R., Shokosimov I.K., Kazakova M.N. Establishment of the Iron-Containing Phase of Gavasay Porphyrite by Mossbauer Spectroscopy for Obtaining Basalt Fibers. Refract. Ind. Ceram. 2023. vol. 64. № 3. P.240-243.Scopus (3), IF- 0,5

II бўлим (II часть; part II)

7. Казакова М.Н., Шоқосимов И.Қ. Қорабулоқ кони базальт тошидан курилиш арматурасини олиш имкониятлари. “Кимё ва кимёвий технологиялар йуналишидаги долзарб муаммолар” Республика микёсидаги ёш олимлар учун илмий ва амалий анжуман мат. тўплами. Т.1. 2021й. 384-385б.
8. Казакова М.Н., Шоқосимов И.Қ. Қорабулоқ кони базальт тошидан курилиш арматурасини олиш имкониятлари. “Кимё ва кимёвий технологиялар йуналишидаги долзарб муаммолар” Республика микёсидаги ёш олимлар учун илмий ва амалий анжуман мат. тўплами. Т.1. 2021й. 384-385б.
9. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Жиззах вилоятидаги“Осмонсой” конининг базальт тошларидан иссиқликдан химояловчи минерал тола олиш технологияси. “Махаллий хом-ашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар”. Республика илмий техник анжуман материаллари. Урганч. 2021й. 19- 20 апрель. 84 - 85б.

10. Казакова М.Н., Шоқосимов И.Қ.Оразимбетова Г.Ж.Қорақалпоғистон Республикаси базальт жинсларини толалар олишда хом-ашё сифатида ўрганиш “Қорақалпоғистон Республикасида ишлаб чиқариш саноат сохалари ривожининг долзарб муаммолари” Нукус. 2021й. 26 апрель. 288-289.б.
11. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Базальт толасининг бир текстдаги паст ва баланд диаметрли толаларининг фарқи ва хусусиятларини аниқлаш. “Ишлаб чиқаришнинг техник, муҳандислик ва технологик муаммолари инновацион ечимлари” мавзусидаги Халқаро миқёсдаги илмий-техник анжуман материаллари. Жиззах. 2021. 1-қисм. 193-196 б.
12. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Арватен базальт тошлари асосида минерал толалар олиш имкониятлари тадқиқ этиш. «Ишлаб чиқаришнинг техник, муҳандислик ва технологик муаммолари инновацион ечимлари» мавзусидаги Халқаро миқёсдаги илмий-техник анжуман материаллари. Жиззах. 2021. 1-қисм. 727-728б.
13. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ., Илхомов Ф.У.Базальт минерал тошидан тола олиш жараёни ва ишлатилиш сохалари. “Қурилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ва сейсмик хавфсизлиги” Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари. Наманган. 2021. 86-88 б.
14. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Магматик тоғ жинслардан фойдаланиб олинган минерал толаларнинг ҳақиқий мустаҳкам-лигини аниқлаш Международный научный журнал «Научный импульс». 2022. № 5 (100).Ч.2. С.325-327.
15. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Иккиламчи композиция асосида минерал тола олиш имкониятлари. Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз Ташкент. 2022й. 12-14май. 587-589б.
16. Kazakova M.N., Study of the chemical mineralogical composition of zafarabad and osmansoy basalts stones. “Ишлаб чиқаришнинг техник, муҳандислик ва технологик муаммолари инновацион ечимлари” мавзусидаги Халқаро миқёсдаги илмий-техник анжуман материаллари. Жиззах. 2022йил. 28-29 октябрь. 4-қисм. 451-452.б.
17. Казакова М.Н., Эминов А.А., Шоқосимов И.Қ. Химико-минералогическое исследование базальта и серпентинита для получения минерального волокна Стекло и керамика. 2023. Т. 96. № 4. С.40-44.
18. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Определение химико-минералогического состава Гавасайского трахибазальтового порфирита для получения минерального волокна Стекло и керамика 2023. Т. 96. №8. С.56-61.
19. Казакова М.Н., Кадырова З.Р., Шоқосимов И.Қ. Возможности получения базальтового волокна из новых магматических пород теплоизоляционных материалов//. Новые огнеупоры. 2023. № 5. С 16-17.

20. Казакова М.Н., Кадырова З.Р., Шокосимов И.К. Установление железосодержащей фазы Гавасайского порфирита методом мессбауэровской спектроскопии для получения базальтовых волокон// Новые огнеупоры. 2023. № 6. С 3-7.
21. Kadyrova Z., Niyazova S., Kazakova M., Purkhanatdinov A.. Physico-chemical studies of Arvaten basalt for the production of mineral fiber. E3S Web of Conferences. 2023. № 431.06027. P.1-6. Scopus (3).
22. Казакова М.Н., Ниязова Ш.М., Тухтамуродова З.Р. Влияние микрокремнезёма на технологические характеристики базальтовых волокон. Мат. XXIV Межд. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Томск. 15–19 мая 2023 г. Том 1. С.99-100.
23. Казакова М.Н., Ниязова Ш.М., Калбаев Б.А., Пурханатдинов А.П. Перспективы использования магматических пород в производстве силикатных строительных материалов. Мат. XXIV Межд. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Томск.15–19 мая 2023 г. Том 1. С.137-138.
24. Казакова М.Н., Қодирова З.Р., Шоқосимов И.Қ.Арватен базальт тошларининг рентгенофазавий таҳлили. II-Республиканская научно-практическая, с участием зарубежных ученых, посвященная 90летию лабораторий Химии и химической технологии силикатов АН РУз Ташкент.2022. 210-212б.
25. Казакова М.Н., Кадырова З.Р., Ниязова Ш.М. Арватенские магматические породы перспективное сырьё для получения базальтового волокна. Материалы международной недели инновационных инсайтов под лозунгом "формируя будущее науки и техники" в рамках молодёжной конференции на тему "роль молодежи в развитии науки и образования нового Узбекистана" 2023 год 23 октября. с.221-223.
26. Казакова М.Н., Кадырова З.Р., Ниязова Ш.М. Комплексное исследование арватенского базальта для получения минерального волокна. Материалы международной недели инновационных инсайтов под лозунгом "формируя будущее науки и техники" в рамках молодёжной конференции на тему "роль молодежи в развитии науки и образования нового Узбекистана" 2023год. 23 октября. с.223-225.
27. Kazakova M.N., Niyazova Sh.M., Eminov A.A., Kadyrova Z.R., Shokosimov I.K. Physico-chemical studies variuos local igneous rocks for obtaining basalt fibers. Посвященной 90-летию со дня создания Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан и 80-летию со дня создания Академии наук Республики Узбекистан. 2023г.16-17 ноября. P. 217-218.

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

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 30/24.

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