

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ PhD.40/30.12.2020.Т.129.01. РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  
**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**ДЖУРАЕВ СОБИР МИРЗАЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМ-АШЁЛАР АСОСИДА ЁНҒИНГА ХАВФСИЗ  
ИССИҚЛИК ИЗОЛЯЦИЯЛОВЧИ МАТЕРИАЛЛАР**

**05.10.02 – Фавқулодда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнғин, саноат,  
ядро ва радиация хавфсизлиги**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of the of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

**Джураев Собир Мирзаевич**

Маҳаллий хомашёлар асосида ёнғинга хавфсиз иссиқлик  
изоляцияловчи материаллар .....

**Джураев Собир Мирзаевич**

Пожаробезопасные теплоизоляционные материалы на основе  
местного сырья.....

**Djuraev Sobir Mirzaevich**

Fireproof thermal insulation materials based on local raw materials .....

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works .....

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ PhD.40/30.12.2020.Т.129.01. РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  
**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**ДЖУРАЕВ СОБИР МИРЗАЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМ-АШЁЛАР АСОСИДА ЁНҒИНГА ХАВФСИЗ  
ИССИҚЛИК ИЗОЛЯЦИЯЛОВЧИ МАТЕРИАЛЛАР**

**05.10.02 – Фавқулодда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнғин, саноат,  
ядро ва радиация хавфсизлиги**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т2019 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академиясида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.ipb.uz](http://www.ipb.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Саримсаков Абдишукур Абдухалилович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Хасанов Бахриддин Баратович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Юсупов Усмонжон Тургуналиевич**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:** **Наманган Мухандислик қурилиш институти**

Диссертация ҳимояси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси ҳузуридаги PhD.40/30.12.2020.Т.129.01. рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил \_\_\_\_ кунлари соат 10:00 да мажлислар залида бўлиб ўтади. (Манзил:100102, Тошкент ш., Дўстлик кўчаси, 5-уй. Тел.: (99871) 258-35-33; факс: (99871) 258-35-33, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

Диссертация ҳимояси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил:100102, Тошкент ш., Дўстлик кўчаси, 5-уй. Тел.: (99871)258-35-33; факс: (+99871)258-35-33, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

Диссертация автореферати 2021 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ кунлари тарқатилди.  
(2021 йил - \_\_\_\_\_ кунларидаги \_\_-рақамли реестр баённомаси).

**Б.Т. Ибрагимов**  
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

**Х.М. Дусматов**  
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.н.

**Ш.Э. Курбанбаев**  
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қошидаги Илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда жаҳонда йилига содир бўлаётган 7-8 миллион атрофида ёнғинлар оқибатида 85-90 мингдан ортиқ инсонларнинг ҳалок бўлиши, иқтисодий зарар ҳажмининг йилига 90 млрд. АҚШ долларни ташкил этиши, ёнғин хавфсизлиги соҳасини янада такомиллаштириш долзарб масалалардан бири эканлигини намоён этмоқда. Шу сабабдан фавқулодда вазиятларни олдини олиш ва бартараф этиш борасида изланишлар олиб бориш, хусусан ёнғин хавфсизлигини самарали таъминлаш ҳозирги куннинг энг долзарб масалалардан бирига айланиб бормоқда. Бинобарин, қурилиш саноатига замонавий технологияларни жорий этиш, юқори даражали мустаҳкам, инсон саломатлиги ва атроф муҳитга безарар, нисбатан енгил ва агрессив муҳитларга бардошли ҳамда ёнғинга хавфсиз бўлган инновацион қурилиш материалларидан фойдаланиш кўламини кенгайтириш ҳам долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Жаҳонда бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш мақсадида, оловбардош ва ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи материалларнинг янги турларини яратиш борасида кенг кўламда илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу жиҳатдан маҳаллий ҳом ашёлар асосида юқори ғавақдорликка эга янги таркибларни олиш ва уларнинг ёнғин-техник хоссаларини татқиқ этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада маҳаллий минерал ҳом ашёлар асосида ғавақдор таркибларни яратиш ва уларни ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш масалалари долзарб бўлиб қолмоқда. Жаҳонда қабул қилинган ёнғин хавфсизлигини такомиллаштириш соҳасидаги меъёрий ҳужжат талабларига мувофиқ, бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини талаб даражасида таъминлаш энг аввало ушбу объектларни қурилишида оловбардош ва ёнғинга хавфсиз қурилиш материалларидан фойдаланиш кўламини кенгайтиришни тақозо этмоқда.

Республикамизда бугунги кунда фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва бартараф этиш тизимини такомиллаштириш<sup>1</sup> шу жумладан, иқтисодиёт тармоқларида ҳам ёнғин хавфсизлигини самарали таъминлаш масалаларига алоҳида эътибор қаратиш, кўп миқдорда ишлатилаётган қурилиш материалларидан бири бу иссиқлик изоляцияловчи материалларини ўзининг ички имкониятларидан кенг фойдаланилган ҳолда ишлаб чиқаришни зарурати тўғилмоқда. Хусусан, кейинги йилларда ривожланиб бораётган қурилиш соҳаси бунга ёрқин мисол бўла олади. Жумладан, республикамизда замонавий уй-жойлар ва шаҳар мажмуаларини қуриш бўйича бир қатор йирик лойиҳалар амалга оширилмоқда. "Tashkent City" каби мега ва шунга ўхшаш лойиҳалар

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги Фармони, V – Бўлим, №1 Илова, "Хавфли ишлаб чиқариш объектларининг саноат хавфсизлиги тўғрисида"ги 2006 йил 28 сентябрдаги №ЎРҚ-57-сон Ўзбекистон Республикаси Қонуни, "Ёнғин хавфсизлиги тўғрисида"ги №ЎРҚ-226-сон 2009 йил 30 сентябрдаги Ўзбекистон Республикаси Қонуни.

шулар қаторидандир. Бу каби лойиҳалар доирасида юқори даражада ёнғин хавфсизлигини ҳамда энергия тежамкорликни таъминлаш бўйича талабларга жавоб берадиган биноларни қуриш янги конструктив ечимларни, инновацион технологияларни ҳамда ёнғинга хавфсиз материаллардан фойдаланишни талаб этади. Республикамизда бугунги кунда табиий, сунъий ва синтетик полимерлар асосида кўплаб материаллар ишлаб чиқилиши, ушбу қурилиш материаллари тез ёнувчан хусусиятга эга эканлиги, хизмат қилиш муддати етарли даражада эмаслиги, инсон саломатлиги ва атроф муҳитга зарари борлиги ўрганишлар давомида аён бўлди. Шу сабабдан ривожланган хорижий мамлакатлар тажрибасидан келиб чиққан ҳолда ёнғинга хавфсиз, иссиқлик изоляциялаш хоссаларига эга самарали қурилиш материалларини яратиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 10 апрелдаги “Ўзбекистон Республикасида фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва бартараф этиш ҳамда ёнғин хавфсизлигини таъминлашнинг сифат жиҳатидан янги тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5706-сон Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 10 апрелдаги “Фавқулодда вазиятлар тузилмаларининг фаолиятини янада такомиллаштириш бўйича ташкилий чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-4276-сонли, 2019 йил 23 майдаги “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4335-сонли қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” ва VII. “Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар” устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ўзбекистон Республикаси ва хорижда кейинги йилларда бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини ошириш, оловбардош қурилиш конструкциялари ва материалларини яратиш ҳамда уларнинг хоссаларини тадқиқ этишининг назарий ва амалий масалалари бўйича бир қатор олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган. Буларга Жозеф Х.Ку, П.Конрой, Ю.Сорафия (АҚШ), Руефенг Чен, Хуалианг Гу (Хитой), Катарзина Мроз, Изобелла Хагер, Кинга Корнеженко (Польша), Луиза Жилиани (Дания), шунингдек Россия олимларидан - В.Л.Страхов, А.Н.Гаращенко, Н.В.Смирнов, А.Я.Корольченко, Т.Ю.Еремина, Б.Б.Серков, А.Н.Баратов, Р.А.Андрианов, И.Г.Романенков, А.С.Колосов, Е.С.Пикалов ва бошқаларнинг илмий-тадқиқотлари яққол мисол бўла олади.

Бир қатор олимлар О.Н.Крашенинников, Я.А.Ахтямов, Ю.М.Тихонов, А.В.Сидоров, А.С.Макбузов, А.Н.Щербин, А.З.Жуков, М.Бланез, А.Н.Нгуен, А.П.Пожнин, А.И.Кольцов, Л.Дюлак ва бошқалар томонидан вермикулит минерали асосида оловдан ҳимояловчи воситалар, оловбардош ва ёнғинга хавфсиз материаллар ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган.

Ўзбекистонда А.Т.Джалилов, Б.А.Мавлянкариев, Н.А.Самигов, И.У.Маджидов, С.З.Мирзаев, Б.А.Мухаммедгалиев, П.А.Арифов, М.Х.Усманов, Б.Т.Ибрагимов, И.И.Исмаилов, Ф.М.Нурқулов, И.И.Сиддиқов, Ш.Э.Курбанбаевлар оловдан ҳимояловчи воситалар, оловбардош ва ёнғинга хавфсиз материаллар яратишнинг назарий ва амалий масалаларини тадқиқ қилиш бўйича кенг қўламли илмий изланишлар олиб боришган.

Ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи янги материалларни яратиш жараёни узлуксиз бўлиб, бу борадаги тадқиқотлар олинаётган якуний маҳсулотларнинг ижобий ва салбий хусусиятларини инобатга олган ҳолда доимо такомиллашиб ва ривожланиб бормоқда. Республикамизда турли объектлар қурилишида қўлланилаётган иссиқлик изоляцияловчи материалларнинг асосий қисми ёки тўлиғича четдан келтирилади, ёки чет эллик етакчи фирмалар технологиялари асосидаги андазаларни назарда тутувчи четдан келтирилган турли қўшимчалар ёрдамида яратилади. Бундай маҳсулотларнинг асосий турлари ёнғинга хавфли бўлиб, асосан улар тез ёнувчан полимерлар ҳамда зарарли кимёвий бирикмалардан фойдаланилган ҳолда ишлаб чиқарилади. Шу билан бирга улар юқори даражада тутун ҳосил қилувчи хусусиятга ҳам эгадир. Шунга қарамасдан бу борадаги тадқиқотларда маҳаллий минерал хомашёлар асосида ёнғинга хавфсиз, иссиқлик изоляциялаш хоссаларига эга материалларни олиш масаласига бағишланган изланишлар етарли эмас ва бу масала бугунги кунда ҳам долзарблигича қолмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ БВ-Атех-2018 “Маҳаллий минерал хомашё асосида қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлиги ва олов таъсиридан изоляциялаш даражасини кўтариш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** ёнғинга хавфсиз иссиқликдан изоляцияловчи материалларни ишлаб чиқиш ва уларни қўллаш орқали бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш самарадорлигини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

кимёвий жараёнларнинг бориши ва асосий таркибий қисмларнинг ўзаро боғланишларини тартибга солиш орқали берилган тузилишга ва ғовақдорлик даражасига эга бўлган янги силикат таркибларни олишнинг оптимал шароитларини ишлаб чиқиш;

натрийли суюқ шиша ҳамда бошқа асосий компонентларни танлаш орқали таркибларнинг берилган термик, теплофизик ва физик-механик кўрсаткичларга эга бўлишини таъминлаш;

асосий ёнғин-техник тавсифлари бўйича ёнғинга хавфсиз материалларга тааллуқли бўлган иссиқликдан изоляциялаш хусусиятга эга плитка кўринишидаги янги материалларни ишлаб чиқиш;

натрийли суюқ шиша, доломит ва вермикулит каби маҳаллий минерал хомашёлар асосида ёнғинга хавфсиз бўлган плитка кўринишидаги

материалларни ишлаб чиқариш технологиясини яратиш;

маҳаллий минерал хомашёлар асосида янги олинган ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи материалларни қўллаш орқали бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини ошириш;

тадқиқ қилинаётган материалнинг иссиқликдан изоляцияловчи барқарорлигини ҳисоблашнинг математик моделини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида маҳаллий хом ашёлар, натрийли суёқ шиша, доломит, вермикулит, полимер қўшимчалар ва минерал кислоталар асосидаги ёнғинга хавфсиз иссиқликдан изоляцияловчи материаллар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** иссиқликдан изоляциялаш хусусиятига эга, ғовақдор таркибли ва ёнғиндан хавфсиз плитка қўринишидаги янги материалларни олиш.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида материалларнинг термик, теплофизик ва физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ қилиш усуллари, хусусан, дифференциал-термик, оптик ва электрон-микроскопик тадқиқот усуллари, физик-механик хоссаларини тадқиқ қилиш усуллари, шунингдек, термик бардошлиликни ҳамда ёнғин-техник хусусиятларини аниқлаш каби усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

натрийли суёқ шиша, доломит ва хлорид кислота ҳамда қўшимча компонентлар сифатида алюминий оксиди, кремнезём ва полимер тўлдирувчилар ўртасидаги кимёвий жараёнларни ўтказиш асосида ғовақдор структурали иссиқликдан самарали изоляция қилиш хусусиятига эга, юқори ҳароратларга чидамли ғовақдор структурали силикат таркиблар яратилган;

янги таркибли силикат ва термовермикулитлар асосида асосий ёнғин-техник тавсифи бўйича ёнмайдиган, тутун ҳосил бўлиш коэффициенти паст қийматга эга ва юзаси бўйлаб аланганинг тарқалишига йўл қўймайдиган плитка қўринишидаги материаллар ишлаб чиқилган;

маҳаллий хомашёлар асосида иссиқликдан изоляцияловчи материалларни олиш бўйича аналогларига нисбатан кам энергия сарфланадиган ва экологик жиҳатдан тоза такомиллаштирилган ишлаб чиқариш технологияси яратилган;

материални иссиқликдан изоляциялаш ҳимояси бўйича даража коэффициенти ( $k_y$ ) таклиф қилинган ва тадқиқ қилинаётган материалнинг иссиқликдан изоляцияловчи барқарорлигини ҳисоблашнинг математик модели ишлаб чиқиш эришиш орқали самарадорлиги оширилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

иссиқликни самарали изоляциялаш хусусиятига эга бўлган ёнғинга хавфсиз плитка қўринишидаги материалларни олиш технологияси ишлаб чиқилган;

аланга тарқалиш хусусияти мавжуд бўлмаган, тутун ҳосил бўлиш коэффициенти паст қийматга эга, асосий ёнғин-техник тавсифи бўйича ёнмайдиган натрийли суёқ шиша асосида термовермикулитли ва силикатли плитка қўринишидаги материал ишлаб чиқилган;

янги ишлаб чиқилган ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи материалларни қўллаш орқали қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлиги ва иссиқликдан ҳимоялаш даражасини оширишга ҳамда бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлик даражаларини ошишига эришилган;

иссиқликни изоляциялаш хусусиятини сақлаб қолиш самарадорлиги  $900^{\circ}\text{C}$  гача юқори ҳарорат таъсирида 8–10% гача, қурилиш конструкцияларининг  $300\text{--}450^{\circ}\text{C}$  дан  $1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$  гача ҳароратга бардошлилик чегарасининг 10–15% гача миқдорда ошишига эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Диссертация натижаларининг ишончлилиги унинг замонавий асбоб ва ўлчов ускуналаридан фойдаланилган ҳолда ўтказилганлиги, илмий асосланган ечимлар, хулосалар, ғовакли тизимларнинг ҳолатини математик услубда баҳолаш ва иссиқлик физикасининг фундаментал асосларидан фойдаланган ҳолда, ҳисобланган ва назарий маълумотларни синов тажрибалари натижаларига, шунингдек, ушбу йўналишда амалга оширилган бошқа тадқиқот натижаларига солиштириш орқали олинган натижалари билан таъминланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, силикат таркибли ғовақдор структурали таркиблар, ёнғинга хавфсиз плитка кўринишидаги материаллар олишнинг назарий асосларини ривожлантириш, бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини ошириш усуллари такомиллаштириш ва ривожлантириш ва ундан самарали фойдаланиш имкониятлари аниқланди. Иссиқликдан изоляцияловчи янги таркибларнинг асосий компонентларининг кимёвий таркиби, физик ҳолати ҳамда иссиқлик физикасига таъсир қилиш орқали мазкур воситаларнинг асосий ҳимояловчи хоссаларини оширишнинг самарадор усуллари ишлаб чиқиш, оловдан ҳимоя механизмларини такомиллаштириш ва шунингдек бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминлаш самарадорлигини оширишнинг ишлаб чиқилган илмий асосланган техник ечимлар тадқиқотнинг илмий аҳамиятини намоён этади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий минерал хомашёлар асосида ёнмайдиган ва юқори ҳароратларга бардошли самарадор иссиқликдан изоляциялаш хусусиятига эга бўлган плитка кўринишидаги янги материалларни яратиш ва қўллаш орқали қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлиги ҳамда иссиқликдан ҳимоялаш даражасини ошириш, бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини ҳамда энергия самарадорлигини ошириш, шу орқали бино ва иншоотларга қўланиладиган қурилиш материалларининг ёнғинга хавфлилиги даражасини самарали тарзда камайтиришга эришилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий минерал хомашёлар асосида ёнғинга хавфсиз иссиқликдан изоляцияловчи материаллар яратиш, қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлиги ва иссиқликдан ҳимоялаш даражасини ошириш ҳамда бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги бўйича олинган натижалари асосида:

силикат таркибли ва вермикулит минерали асосида олинган, иссиқликдан изоляциялаш хусусиятига эга бўлган ёнғинга хавфсиз плитка кўринишидаги материаллар Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлиги тасарруфидаги объектларда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2021 йил 06 августдаги №09-06/9319-сон маълумотномаси). Тадқиқотлар натижасида аниқландики, янги олинган плитка кўринишидаги материаллар юқори ҳарорат ( $900^{\circ}\text{C}$ ) таъсирига бардошли ва ушбу шароитда 40 дақиқагача иссиқликдан изоляциялаш хусусиятини сақлаб қолади. Ушбу янги материаллар асосий ёнғин-техник тавсифи бўйича ёнмайдиган материаллар жумласига киради. Шунингдек, тадқиқотларда янги олинган плитка кўринишидаги материаллардан металл ва темирбетон конструкцияларни ёнғин вақтида олов таъсиридан ҳимояловчи восита ва ёнмайдиган иссиқликдан изоляцияловчи материал, шунингдек ёнғинга қарши тўсиқ сифатида самарали фойдаланиш мумкин;

маҳаллий минерал хомашёлар яъни натрийли суяқ шиша, доломит ва вермикулит минераллари, хлорид кислота ва полимер қўшимчалар асосида олинган ёнғинга хавфсиз плитка кўринишидаги материаллар “Ўзсаноатқурилишматериаллари” уюшмаси тасарруфидаги корхоналарда жорий қилинган (Ўзсаноатқурилишматериаллари уюшмасининг 2021 йил 19 августдаги 05/15-2100-сон маълумотномаси).

Илмий-тадқиқот ишлари натижаларининг қўлланилиши натижасида қурилиш конструкциялари ва материалларининг термик бардошлилигини  $300\text{--}450^{\circ}\text{C}$  дан  $1000\text{--}1200^{\circ}\text{C}$  гача ошириши, ушбу турдаги аналог материалларга нисбатан юқори ( $900^{\circ}\text{C}$  гача) ҳарорат таъсирида иссиқликдан изоляциялаш қобилиятини сақлаб қолиш вақти 10% гача ошишига, ташқи атмосфера таъсирларига чидамлилиқ 5–9% гача ҳамда мустаҳкамлик сифатлари аналог сифатида қўлланилган материалларга нисбатан 10–15% га ошишига эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 9 та илмий-амалий анжуманларда, шу жумладан 3 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокама қилинган ва апробациядан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация иши бўйича жами 20 та илмий иш чоп этилган, шу жумладан 4 та илмий мақола ва 1 та монография хорижда, 5 та Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг техника фанлари бўйича диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда, 9 таси халқаро ва республика миқёсидаги анжуманлар тўпламларида нашр этилган.

**Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётла рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида тадқиқотнинг долзарблиги ҳамда зарурати асосланган бўлиб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети, ўрганилганлик даражаси ва тадқиқот усуллари, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, шунингдек, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, чоп этилган илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

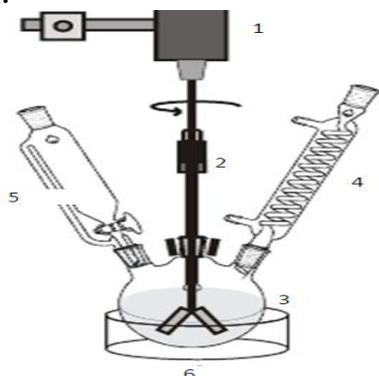
Диссертациянинг **“Бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлашнинг замонавий ҳолати. Ёнғинга хавфсиз қурилиш материаллар”** деб номланган биринчи боби бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш масалаларининг батафсил таҳлилига ҳамда меърий талабларига бағишланган. Жумладан, қурилишда биноларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш ва ошириш учун давлат стандарти кўрсаткичлари бўйича ишлаб чиқарилган, ёнғинга чидамли ва ёнғин хавфсизлиги талабларига жавоб берувчи қурилиш материалларидан фойдаланиш заруратидан келиб чиқиб, бино ва иншоотларда ёнғин хавфсизлигининг зарур даражасига эришиш учун белгиланган ёнғин ва техник хусусиятларга эга бўлган қурилиш материалларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлиги кенг таҳлил қилинган.

Ҳозирги кунда қуриладиган замонавий биноларнинг қурилишида кўп ишлатиладиган материаллардан бири бу иссиқликдан изоляцияловчи материаллар бўлиб, улар самарали иссиқлик изоляциялаш хусусиятларидан ташқари, ёнғинга бардошли бўлиши талаби асосида бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш бўйича оловбардош ва ёнғинга қарши қурилиш материалларини ишлаб чиқиш йўналишидаги илмий-техник адабиётлар, хусусан, ёнғинга қарши иссиқликдан изоляцияловчи материалларни ишлаб чиқиш ва улардан самарали фойдаланиш бўйича самарали илмий ечимлар ва уларни такомиллаштириш йўллари таҳлил қилинди. Шунингдек, тадқиқот объектлари ва асосий тадқиқот усуллари ҳақида маълумот берилган. Ёнғинга чидамли иссиқликдан изоляцияловчи материалларни, иссиқликдан ҳимоя воситаларини, шу жумладан силикат аралашмалари ва иссиқликдан изоляцияловчи материалларни ишлаб чиқиш бўйича шу талабларга жавоб берадиган маҳаллий хомашёлар келтирилган. Ёнғинга хавфсиз бўлган иссиқликдан изоляцияловчи материалларни ишлаб чиқиш бўйича хорижий тажрибага оид таҳлилий маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **“Силикат-полимерлар асосида янги композицияларни олиш, уларнинг термик ва теплофизик хоссаларини ўрганиш”** деб номланган иккинчи бобида силикат асосли ғовақдор таркибларни, ғовақдор оловбардош гранулаларни ҳамда силикат таркибли ва вермикулитли плитка кўринишидаги материалларни олиш, термик ва теплофизик хусусиятларини ўрганиш бўйича тадқиқот ишлари натижалари

келтирилган. Самарали иссиқликдан изоляциловчи хусусиятларга эга материалларни олиш учун, маҳаллий минерал хомашёлардан фойдаланган ҳолда, ғовақдор тузилмали янги таркибли силикат композицияларни синтез қилиш бўйича бир қатор тажрибалар ўтказилди. Биринчи босқичда натрийли суюқ шиша, доломит ва бошқа қўшимча реагентлар асосида янги таркибли ғовакли композициялар синтез қилинди. Қуйида янги ғовакли композицияларни олиш учун лаборатория мосламаси схемаси келтирилган (1-расм).

Янги силикат таркибларни олиш усули: механик аралаштиргич ва термометр билан жиҳозланган икки оғизли колбада (1-расм) 40 дақиқа давомида натрийли суюқ шиша ( $1300-1500 \text{ кг/м}^3$ ) ва юқори дисперсликдаги доломит оғирлик нисбатлари бўйича 3:1 нисбатда аралаштирилди. Қўшимча равишда доимо аралаштириб турилган ҳолда томчилаб 50 мл (30%) HCl қўшилди.



1-расм. Янги ғовақдор силикат таркибларни олиш учун лаборатория қурилмаси: 1. Электромотор. 2. Аралаштиргич. 3. Икки ёки уч оғизли колба. 4. Тескари совутгич. 5. Воронка. 6. Сувли ҳаммом.

Кислота қўшилгандан сўнг, ҳосил бўлган аралашмани бир хил дисперсияли ҳолат ҳосил бўлгунча аралаштирилди. Эритманинг муҳити кучсиз кислотали ( $\text{pH} = 6,5-7$ ). Олинган масса ичкаридан фолга билан қопланган маҳсус қолипга қуйилди. Кейинчалик қолип SNOL 8./1200 маркали электр печга қўйилди ва 300 дан  $500^\circ\text{C}$  ҳароратгача 2 соат давомида қайнатилди. Олинган маҳсулот кул рангга ва юқори ғовакликка эга бўлди (1-жадвал).

### 1-жадвал

#### Янги ғовақдор таркибларнинг синтезини амалга ошириш шароити

т/р	Реакция ҳарорати, $^\circ\text{C}$	Берилган реагентларнинг масса улуши	Маҳсулот тури	Кислотали муҳит, pH	Реакция унумдорлиги, %	Маҳсулот ранги	
1.	200/300	суёқ шиша:	3:3:1	кукунли	7,0-7,5	85	оқ
		доломит:	3:2:1	кукунли	6,0-6,5	85	оқ-кулранг
		HCl	3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	51	кулранг
2.	300/500	суёқ шиша:	3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	55	кулранг
	400/700	доломит:	3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	65	кулранг
	500/900	HCl	3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	65	кулранг
3.	400/700	суёқ шиша: бўр: HCl	3:1:0,5	плиткали	7,0	79	оқ

Кейинги босқичдаги тадқиқотларда юқорида кўрсатилган силикат

таркиблар асосида ғоваксимон гранулалар олинди Бунинг учун натрийли суюқ шиша, юқори дисперсликдаги доломит, алюминий оксиди ва хлорид кислотаси доимий аралаштириб, бу компонентларнинг маълум қовушқоқликдаги аралашмаси олинди. Олинган аралашма совутилгандан сўнг, керакли ўлчамдаги гранулаларни олиш имконини берадиган, ўтиш каналлари бўлган махсус қурилма орқали ўтказилди. Олинган гранулалар SNOL печида ҳарорат остида қайта ишловдан ўтказилгандан кейин, 450<sup>0</sup>С ҳароратда ғовакли таркибга ва (1000–1200<sup>0</sup>С) иссиққа чидамли хусусиятга эга бўлган қаттиқ гранулаларга айланди. 2-расмда ўтказилган тажрибалар асосида олинган қаттиқ ғовакли силикат гранулалари (чапда) ва ушбу гранулалар асосидаги плитка кўринишидаги материаллар (ўнгда) келтирилган.



2-расм. Ғовақдор ўта енгил гранулалар ва улар асосидаги плиткали материаллар

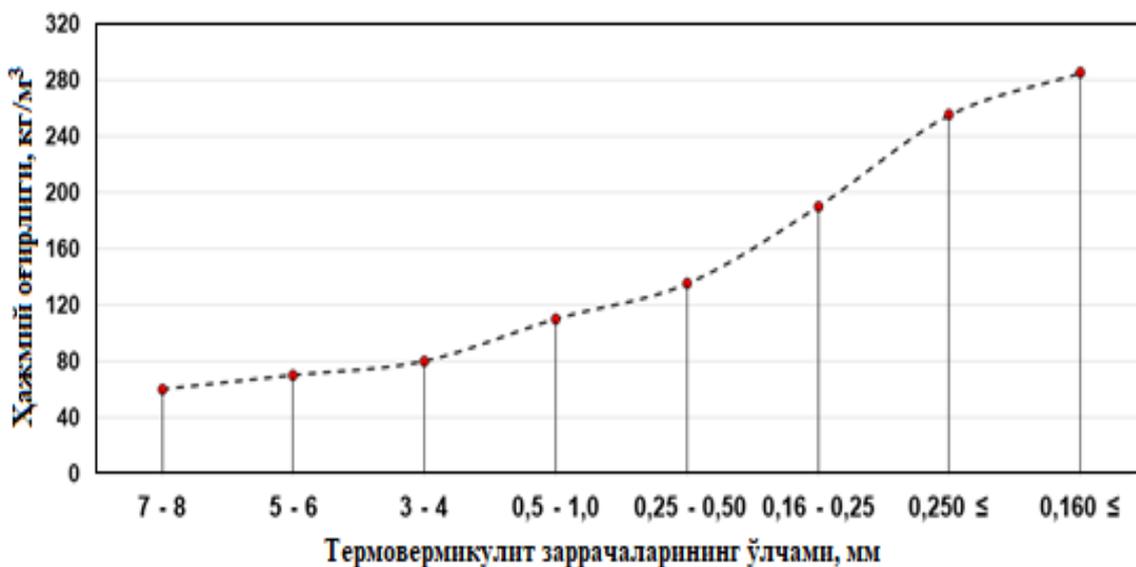
Тадқиқотларнинг кейинги босқичида плитка кўринишидаги материалларни олиш учун термовермикулит асосида турли хил таркиблар ишлаб чиқилди. Бунинг учун дастлаб турли хил заррача ўлчамидаги термовермикулит фракциялари олинди (2-жадвал).

## 2-жадвал

### Турли хил заррача ўлчамидаги термовермикулит фракциялари

т/р	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Фракция</b>	7-8	5-6	3-4	0,5-1	0,250-	0,160-	0,250≤	0,160≤
	мм	мм	мм	мм	0,5 мм	0,250 мм	мм	мм

Вермикулитли плитка кўринишидаги материалларни ишлаб чиқишга оптимал фракцияларни аниқлаш учун термовермикулитнинг олинган фракциялари (2-жадвал) унинг ҳажмий оғирлиги (3-расм) қийматини аниқлаш учун ўрганилди. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида маълум бўлдики, термовермикулит заррачалари ўлчамининг кичиклашиши билан унинг ҳажмий оғирлиги қиймати ошади ва аксинча, заррача ўлчами қанчалик даражада катта бўлса, унинг ҳажмий оғирлиги қиймати ҳам шунчалик даражада кичик бўлади. Тадқиқотлар давомида, мустаҳкам оловга бардошли вермикулитли плитка кўринишидаги материалларни ишлаб чиқиш учун заррачалар ўлчами 3-4 мм га тенг фракциялар энг оптимал фракциялар ҳисобланиши аниқланди (3-расм).



3-расм. Термовермикулит заррачалари ҳажмий оғирлигининг унинг заррачалари ўлчамига боғлиқлиги

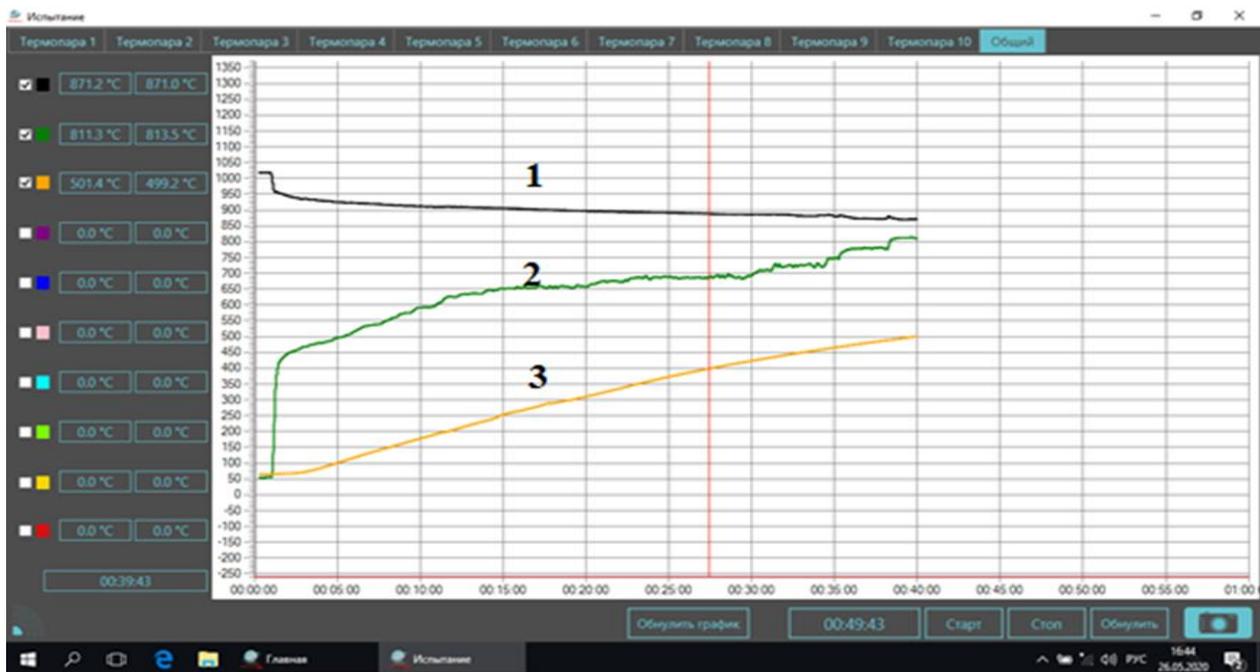
Термовермикулит, натрийли суюқ шиша, силикон, юқори дисперсли волластонит, толасимон компонентлар (шишасимон тола, базальт тола, микрокристаллик целлюлоза), кремний IV-оксиди (МК - микрокремнезём) каби тўлдирувчилар асосида вермикулитли плитка кўринишидаги материаллар олинди (3-жадвал, 6-расм).

**3-жадвал**

**Термовермикулит ва тўлдирувчилар асосида олинган янги таркиблар**

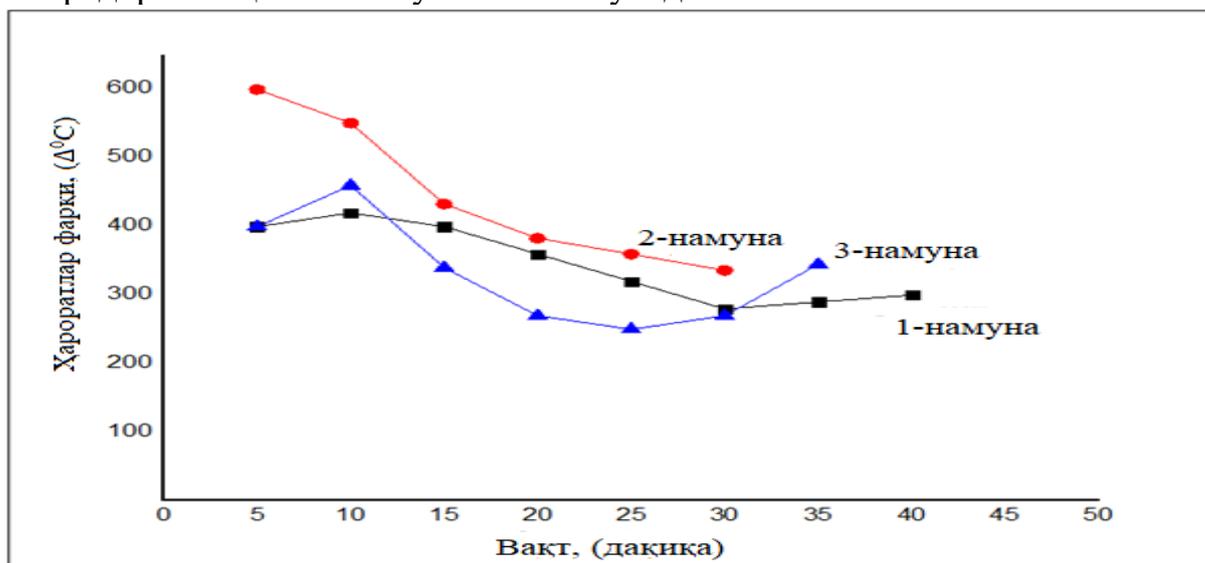
т/р	Миқдори, масс. %					
	Таркибнинг асоси		Қўшимча компонентлар			
	Суюқ шиша	Термовермикулит (3-4 мм)	Силикон	Ингичка дисперсли волластонит	Толасимон компонентлар	SiO <sub>2</sub> (МК)
1.	51,73	48,17	0,1	0,1	0,1	0,1
2.	51,63	48,27	0,1	0,1	0,1	0,1
3.	51,73	47,27	1	1	1	1
4.	50,73	48,27	1	1	1	1
5.	50,23	46,77	3	3	3	3
6.	46,73	45,27	10	10	10	10

Олинган плитка кўринишидаги материалларнинг намуналари ушбу турдаги материаллар учун талаб қилинадиган параметрлар бўйича текширилди, бунда иссиқлик ўтказувчанлик, физик-механик ва ёнғин-техник тавсифлар бўйича оптимал қийматларга эришиш бўйича алгоритм ишлаб чиқилди. Шундан кейин олинган плитка кўринишидаги материалларнинг намуналари иссиқликдан изоляцияловчи хусусиятининг самарадорлигини ва юқори ҳароратларга бардошлилигини баҳолаш учун тадқиқ қилинди (4- ва 5-расмлар).



4-расм. MCTR – 1000 дастурий таъминотдаги график режимда термопарадан ўлчов натижаларининг таҳлили: 1-печ ичидаги ҳарорат; 2- намуна олдидаги ҳарорат; 3-намунанинг ортидаги ҳарорат.

4 – ва 5-расмдаги учта эгри чизиқлар синаш учун олинган плитка материаллари учун намуна сиртининг иситиш вақтига ҳарорат фарқи индекси ( $\Delta^{\circ}\text{C}$ ) қийматининг боғлиқлигини кўрсатади. Бу ерда ҳарорат фарқи индикатори ( $\Delta^{\circ}\text{C}$ ) намуна олдидаги ҳарорат қийматлари билан намуна ортидаги ҳарорат эгри чизиқлари кўрсаткичлари орасидаги фарқнинг қиймати. Бу индикаторнинг қиймати шуни кўрсатадики, унинг қиймати қанчалик юқори бўлса, бу материал учун иссиқлик изоляцияси самарадорлиги қиймати шунча яхши бўлади.



5-расм. Плитка кўринишидаги материал намуналарининг ҳарорат ўтказувчанлиги кўрсаткичлари график кўриниши.

Аммо, бу ерда асосан ҳарорат фарқининг якуний қийматларига эътибор қаратиш лозим ( $^{\circ}\text{C}$ ), чунки эгри чизиқлар ҳароратининг дастлабки қийматлари ўрганилаётган материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик даражасини аниқ акс эттирмайди. Бу ўлчовлар шуни кўрсатдики,

текширилган намуналар ҳаммаси юқори ҳароратга чидамли ( $900^{\circ}\text{C}$  гача), чунки ҳар бир намуна юқори ҳароратдаги узоқ муддатли синовлар давомида яхлитлигини ва физик-механик хусусиятларини йўқотмаган ҳолда вазн йўқотиши максимал 13,1 % бўлганлиги орқали ўз илмий исботини топди

Диссертациянинг “**Материалларнинг ёнғин-техник хоссаларини тадқиқ қилиш**” деб номланган учинчи бобида янги олинган плитка кўринишидаги материалларнинг асосий ёнғин-техник хоссаларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Материалларнинг ёнғин хавфи даражаси ШНК 2.01.02-04. “Био ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги”га мувофиқ ёнувчанлик, алангаланиш, тутун ҳосил бўлиш қобилияти, ёниш маҳсулотларининг заҳарлилиги каби хусусиятлар билан белгиланишидан келиб чиққан ҳолда, плитка кўринишидаги материалларнинг намуналари билан синовлар ёнувчанликни аниқлаш, тутун ҳосил бўлиш коэффициенти ва юза бўйлаб оловнинг тарқалиш қобилияти каби асосий ёнин-техник хусусиятларга мувофиқ ўтказилди. Плитка кўринишидаги материалларнинг куйида келтирилган компонентли таркибларининг очиқ олов таъсирига чидамлилиги тадқиқ қилинди (4- ва 5-жадваллар).

#### 4-жадвал

#### Термовермикулит асосидаги плитка кўринишидаги материалларнинг бир қатор тавсифлари

Таркибнинг асосий компонентлари	Намунанин г зичлиги гр/см <sup>2</sup>	Намуна ўлчамлари, см	Масса йўқотилиши, Δм, гр. (%)
Термовермикулит	1.398	15x9x1.5	Δм* =152,9-138,9 =14 (9,1%)
Силикон			
Натрийли суюқ шиша			

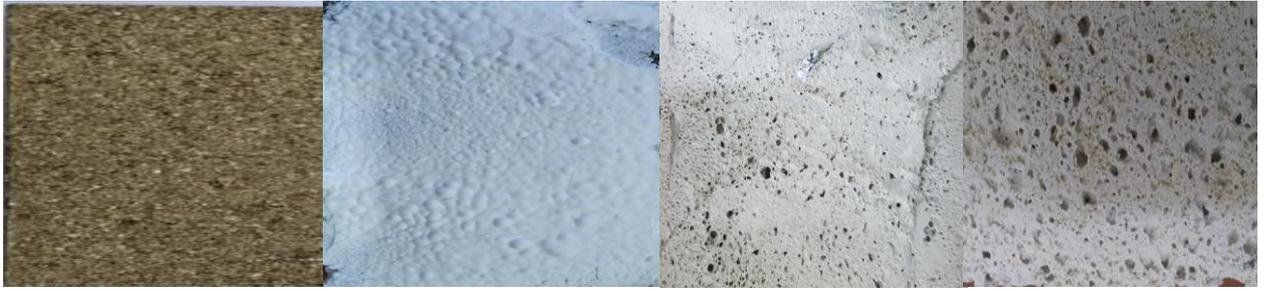
\*Намунанин бошланғич оғирлиги 152,9 г, синовдан кейинги оғирлиги 128,9 г.

Ўтказилган синовлар янги олинган плитка кўринишидаги материалларнинг (5 ва 6-расмлар) юқори ҳароратларга ( $900^{\circ}\text{C}$  дан  $1200^{\circ}\text{C}$  гача) ва очиқ олов таъсирига чидамлилигини кўрсатди. Синовлар давомида термовермикулит асосида олинган плиткали материал намунаси (4-жадвал ва 6-расм) 2 дақиқа очиқ оловда унинг сиртини ғовақдор қатлам билан қоплаш ҳолати кузатилди, бу кейинги тадқиқотларда кўрсатганидек кўшимча ҳимоя қатлами ролини ўйнайди. Бундан ташқари, силикат таркибига эга янги олинган плитка кўринишидаги материалнинг синовлари (5-жадвал ва 7-расм) уларнинг юқори ҳароратларга чидамлилигини кўрсатди, синовдан кейин ташқи кўринишида ҳеч қандай ўзгаришларга учрамади.

#### 5-жадвал

#### Силикат плитка кўринишидаги материалларнинг таркибий қисми

т/р	Таркиби	Таркибий қисмларнинг масса нисбатлари, гр
1.	Юқори дисперсли доломит	150
2.	Хлорид кислота	25
3.	Натрийли суюқ шиша	450
4.	Кремнезем (Ангрен заводи чиқиндиси)	15



6-рasm. Вермикулитли плитка синовгача (чапда) ва синовдан кейин (ўнгда)

7-рasm. Силикатли плитка синовгача (чапда) ва синовдан кейин (ўнгда)

Намуналарнинг тутун ҳосил бўлиш хусусиятлари амалдаги меъёрий талаблар асосида қуйидаги шароитларда амалга оширилди: хона ҳарорати 20-25°C, атмосфера босими 95-97 кПа, атмосфера намлиги 35-50%. Намуна ўлчами 40x40x5 мм. ( $V = 200-220-240$  В).

Тутун ҳосил қилиш коэффициентини ( $D_m$ ) қуйидаги формула асосида ҳисобланди:

$$D_m = \frac{V}{lm} \ln \frac{I_0}{I_{min}}, \quad [M^2/KГ]$$

$V$  – ўлчаш камераси ҳажми (0,512 м<sup>3</sup>);

$L$  – тутунли муҳитдаги нурнинг босиб ўтадаган масофаси (0,8 м);

$m$  – намунанинг оғирлиги, кг;

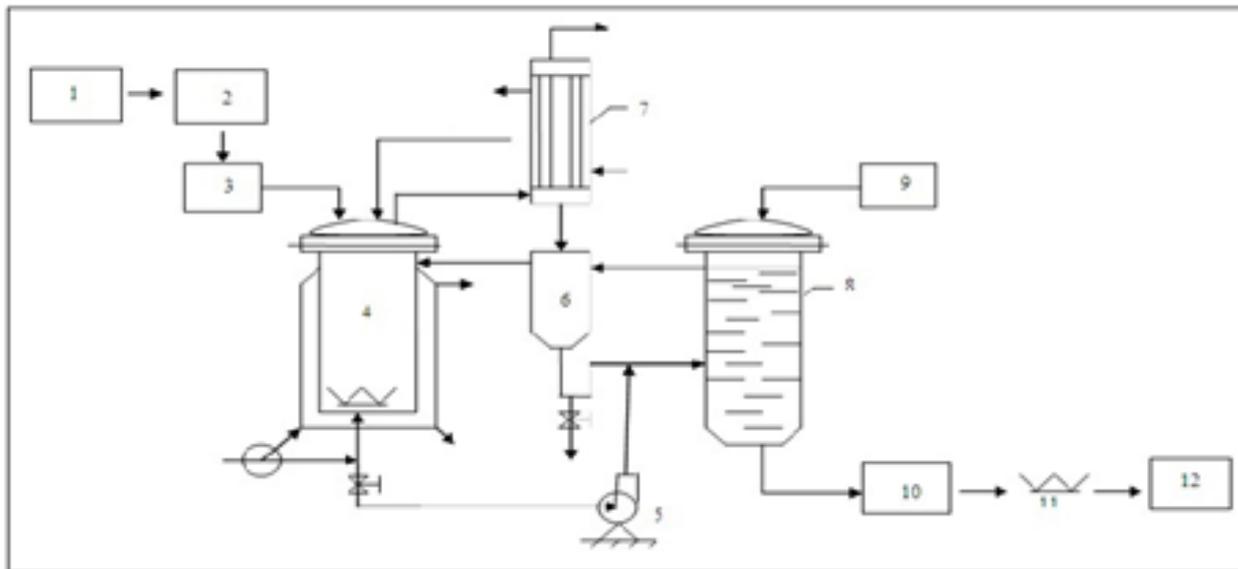
$I_0$  – ва  $I_{min}$  – мос равишда, ёруғлик ўтказишининг бошланғич ва якуний қиймати, %.

Тадқиқотлар якунига кўра, синовдан ўтган барча намуналар асосан тутун ҳосил бўлиш коэффициентининг паст қийматга эга (минимал 4,29 дан максимал 51,02 м<sup>2</sup>/кг қийматгача) эканлиги, уларнинг кўпчилиги бу қийматлар бўйича кам тутун ҳосил бўлиш қобилятига эга материалларга кириши маълум бўлди. Шундай қилиб, юқорида кўрсатилган ёнғин-техник кўрсаткичлар бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижаларига ҳамда теплофизик хусусиятларни аниқлаш бўйича амалга оширилган тадқиқотларнинг натижаларига кўра, олинган материаллар самарадор иссиқликдан изоляцияловчи сифатга эга ёнғиндан хавфсиз материаллар синфига кириши тасдиқланди.

Диссертациянинг “Ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи материаллар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш” деб номланган тўртинчи боби самарадор иссиқликдан изоляциялаш хусусиятига эга бўлган ғовакдор ва ғовакли бўлмаган плитка кўринишидаги материалларни ишлаб чиқариш технологиясини яратиш ҳамда олинган кичик саноат намуналарининг асосий ёнғин-техник хоссаларини ўрганишга бағишланган. Ўтказилган тадқиқотлар натижалари асосида ёнғинга хавфсиз плитка кўринишидаги материалларни ишлаб чиқаришнинг тўлиқ технологик босқичлари ишлаб чиқилган.

Иссиқликдан изоляцияловчи плитка кўринишидаги материалларни олиш учун боғловчи сифатида натрийли суюқ шиша ҳамда асосий компонентлар сифатида доломит, хлорид кислота, термовермикулит, кремнезем, шунингдек, полимер қўшимчалар сифатида силикон, диацетат целлюлоза, эпоксид смола, карбамид-формальдегид смола, натрийкарбоксиметил-целлюлоза ёки уларнинг турли хил нисбатдаги аралашмалари қўлланилган.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида силикатли плитка кўринишидаги материалларни олиш учун дастлаб силикат таркибларни олиш технологияси ишлаб чиқилган бўлиб, у қуйидаги босқич ва қисмлардан ташкил топган:



8-расм. Янги таркибли иссиқлик изоляцияловчи материал ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси:

1.Майдалагич 2.Тозалаш босқичи 3.Ишқор билан ишлов бериш 4.Электр аралаштиргичли реактор 5.Сувли насос 6.Кўшимча идиш 7.Совуткич 8.Нейтралловчи 9.pH-метрли дозатор 10.Печка 11.Қуритгич 12.Пресс қурилма

Силикат таркибли ғовакли материални олиш жараёни қуйидаги босқичларни ўз ичига олди. Биринчи: электр аралаштиргич, томчилатувчи қурилма ва термометрга эга реакторда натрийли суюқ шиша ( $1300\text{--}1500\text{ кг/м}^3$ ) ва доломит 3:1 нисбатда 40 дақиқа давомида аралаштирилади. Томчилатувчи қурилма орқали доимо аралаштириб турган ҳолда томчилатиш услубида 15% ли хлорид кислотанинг сувли эритмаси (HCl) қўшилади. Бунда газ ажралиб чиқиш жараёни кузатилди. Кислота қўшилгандан сўнг, ҳосил бўлган аралашма гомоген ҳолат олинмагунча аралаштиришда давом эттирилади. Аралашма муҳити кучсиз кислотали бўлиб чиқади ( $\text{pH}=6,5\text{--}7,0$ ). Олинган масса ичкаридан фолга билан қопланган, шу мақсадда қўллаш учун махсус мўлжалланган қолипга қуйилди (9-расм). Кейин қолип  $400^\circ\text{C}$  га 2 соат давомида қиздирилди. Бундан ташқари, маҳсулотни совутиш учун очик ҳавода қолдирилди, чунки маҳсулот иссиқ бўлганда намликни ўзига ютади. Совутгандан сўнг, маҳсулот СШ-80-01-СПУ қуритиш печида 5 соат давомида  $100^\circ\text{C}$  ҳароратда қуритилди. Натижада юқори ғовакликка эга кулранг маҳсулот ҳосил бўлади.

Плитка кўринишидаги материал намуналарини олиш жараёни қуйидагича амалга оширилади: олинадиган материалнинг зарур хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, ҳисобланган миқдордаги силикат таркиб ва бошқа қўшимча компонентлар ўзаро аралаштирилди. Олинган композицияларни аралаштириш узлуксиз равишда амалга оширилди. Кейин олинган материал фолга солинган қолипга қуйилади ва  $100^\circ\text{C}$  гача қиздирилади. Қиздириш вақти 4 соатни ташкил қилди. Бунинг натижасида

ўлчамлари 50×50 см бўлган плитка кўринишидаги материал намуналари олинди. Кейинчалик олинган плиткасимон кўринишдаги материал намуналари асосий ёнғин-техник тавсифларнинг кўрсаткичларини аниқлаш учун тадқиқ қилинди.



9-расм. Силикатли ва вермикулитли плиткали материалларнинг олиш жараёни

Олиб борилган тадқиқот натижаларига асосан, вермикулитли плиткалар куйидаги ёнғин-техник тавсифларга эга эканлиги, аланга юза бўйлаб тарқалмайдиган (Т1), кам (КТ1) ва мўътадил (КТ2) тутун ҳосил бўлиш қобилиятига ва кам ёнувчанликка (Ё1), шунингдек, куйидаги асосий физик-техник тавсифларга эга: сиқилганда мустаҳкамлик чегараси 250 дан 400 кПа гача, ҳажмий зичлиги 400 дан 500 кг/м<sup>3</sup> га, иссиқлик ўтказувчанлиги 0,1500 дан 0,1800 Вт/м<sup>0</sup>К гача эканлиги ўтказилган тажрибалар асосида ўз исботини топди. Силикатли ғовақдор плиткалар куйидаги ёнғин-техник тавсифларга эга: аланга аланга юза бўйлаб тарқалмайдиган (Т1), кам (КТ1) ва мўътадил (КТ2) тутун ҳосил бўлиш қобилиятига ва кам ёнувчанликка (Ё1), шунингдек, куйидаги асосий физик-техник тавсифларга эга: сиқилганда мустаҳкамлик чегараси 110 дан 135 кПа гача, ҳажмий зичлиги 200 дан 250 кг/м<sup>3</sup> гача, иссиқлик ўтказувчанлиги 0,0550 дан 0,0800 Вт/м<sup>0</sup>К гача эканлиги аниқланди.

Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқот ишлари натижалари асосида ДСТ талабларига мос келадиган яхшиланган термик, теплофизик физик-механик ва ёнғинга қарши хусусиятларга эга бўлган силикатли ва вермикулитли ғовақдор ва ғовакли бўлмаган иссиқликдан изоляцияловчи материалнинг оптимал таркибини шакллантириш тартиби яратилган. Самарали иссиқликдан изоляцияловчи хусусиятга эга плитка кўринишидаги материалларни олишнинг тўлиқ технологик цикли ишлаб чиқилган. Ўтказилган тадқиқотлар натижаларига кўра, материални иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя даражасини ҳисобга олувчи куйидаги формула таклиф қилинади:

$$k_y = \Delta t / \tau_1, \quad (1)$$

Бу ерда  $\tau_1$  – иссиқлик оқимининг қаршилиги бошланган вақт, дақиқа;  $\tau_2$  – иссиқлик оқимининг қаршилиги якунланган вақт, дақиқа;  $\Delta t$  – иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя (қайта ишлаш) натижасида олинган фарқ, дақиқа. Материални иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя даражаси коэффициенти ( $k_y$ )

канчалик юқори бўлса, аниқ турдаги иссиқликдан изоляциялаш бўйича ишлов бериш таъсири шунчалик даражада самарали бўлади.

$$k_y = \int_0^{\Delta\tau} (\tau) d\tau \quad (2)$$

Якуний материалнинг иссиқликдан изоляцияловчи мустаҳкамлиги ( $\Delta\tau_k$ ) ўзгариши - материал таркибининг кристалл панжаралари (оралик машина), иссиқликдан изоляциялаш бўйича ишлов беришга таъсир даражаси ва материалнинг мустаҳкамлик тавсифи ўзгариши натижасида олинган вақт йиғиндисини ташкил қилди. Ушбу формула математик кўринишда қуйидаги тарзда ифодаланди:

$$\sum \Delta\tau_k = \sum \Delta\tau_p + \sum \Delta\tau_{кр} + \sum \Delta\tau_{хт} + \sum \Delta\tau_e, \quad (3)$$

бу ерда  $\Delta\tau_p$  – иссиқликдан изоляциялаш бўйича ишлов бериш вақтида материалнинг мустаҳкамлиги ҳисобига олинган молекулалар орасидаги боғлиқликни ажратишга сарфланган қўшимча вақт, дақиқа;  $\Delta\tau_{кр}$  – якуний материалда юзага келган кристалл панжараларни бузишга сарфланган қўшимча вақт, дақиқа;  $\Delta\tau_{хт}$  - ёниш жараёнини кимёвий йўл билан самарали тўхтатишга эришиш учун сарфланган қўшимча вақт, дақиқа;  $\Delta\tau_e$  - кавариқланиш ва коксланиш самарасига эришиш учун сарфланган қўшимча вақт, дақиқа.

$\sum \Delta\tau_p$ ,  $\sum \Delta\tau_{кр}$ ,  $\sum \Delta\tau_{хт}$ ,  $\sum \Delta\tau_e$  ҳолатлари солиштирилганда, иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя таъсири натижасида ёниш жараёнида вақтинчалик “деформация” жараёни юз бериши мумкин. Ушбу самарани олиш учун иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя учун сарфланган вақтни  $\tau_c$  – вақтинчалик “деформация”ни тезлаштирувчи давр, деб ифодалашимиз мумкин.

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \geq \tau_1^c + \tau_2^c + \tau_3^c + \tau_c \quad (4)$$

$\tau_c$  – иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя (ишлов бериш) учун сарфланган вақт, дақиқа;  $\tau_m$  – Олинган ёнмайдиغان иссиқлик изоляцияловчи материални ишлатилгандаги фавқулодда вазиятни локализациялаш учун сарфлаган вақт, дақиқа;  $\tau_i$  – иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя (ишлов бериш) мавжуд бўлганда ёниш босқичига сарфланган вақт.

## ХУЛОСА

“Маҳаллий хомашёлар асосида ёнғинга хавфсиз иссиқлик изоляцияловчи материаллар” мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация асосида амалга оширилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Натрийли суюқ шиша, доломит, термовермикулит ва бошқалар каби маҳаллий хомашёларга асосланган янги иссиқлик композицион таркиблар олинди, улар самарали иссиқликдан изоляцияловчи хусусиятларга, шунингдек, айрим физик-техник хусусиятлари ўзига хос тавсифларга ва ультра енгил кўрсаткичларга эга эканликлари аниқланди. Иссиқликка чидамли янги кимёвий таркибга эга бўлган силикат гранулаларини ва улар асосида олинган плитка кўринишидаги материалларни, уларнинг самарали

иссиқликдан изоляцияловчи ва иссиқликка чидамли хусусиятларга эга бўлиш усул ва технологиясини ишлаб чиқилишига эришилди.

2. Таклиф этилаётган янги намунадаги термовермикулитлар асосида плитка кўринишидаги материаллари ёнғин-техник хусусиятларига кўра, ёнмайдиган ва тутун ҳосил қилиш коэффицентининг энг паст қийматларига эга эканлиги ўрганилди. Тутун ҳосил қилиш хусусиятига кўра Д1 гуруҳига мансуб, яъни тутун ҳосил қилиш қиймати энг кам бўлган материаллар турига кириши аниқланди. Натрийли суюқ шиша асосида янги олинган намунадаги силикатли плитка кўринишидаги материаллар асосий ёнғин-техник хусусиятларига кўра ёнмайдиган материаллар турига кириши ҳамда тутун ҳосил бўлиш коэффицентининг энг паст қийматларига мансублиги ўз илмий исботини топди.

3. Маҳаллий хомашёлар асосида плитка кўринишидаги материалларни олишнинг тўлиқ технологик цикли ишлаб чиқилган бўлиб, ушбу иссиқликдан изоляцияловчи материалларни олиш технологияси аналоглари билан солиштирилганда кам энергия сарфловчи ва экологик жиҳатдан хавфсиз технология эканлиги амалда ўз исботини топди. Плитка материалларининг асосий физик-техник хоссалари бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида янги олинган силикат ва вермикулит таркибли плиткали материаллар иссиқлик изоляцияловчи материаллари учун давлат стандарти талабларига тўлиқ жавоб бериш ҳолатига келтиришга эришилди.

4. Янги таркибли олинган ёнмайдиган ва қийин ёнувчан гуруҳларга кирувчи плитка материалларидан ҳар хил турдаги биноларни ёпувчи ва тўсувчи ашёлар сифатида қўлланилиши орқали ушбу объектларнинг ёнғин хавфининг пасайишига олиб келишига эришилган. Материални иссиқликдан изоляцияловчи ҳимоя даражаси коэффицентини ( $k_y$ ) таклиф қилинди ва тадқиқ қилинаётган материални иссиқликдан изоляцияловчи мустаҳкамлигини ҳисоблашнинг математик моделини ишлаб чиқишга эришилди.

5. Олинган янги таркибли ёнмайдиган ва қийин ёнувчан гуруҳларга кирувчи плитка материаллар бино ва иншоотлар конструкцияларининг термик бардошлилигини  $300-450^{\circ}\text{C}$  дан  $1000-1200^{\circ}\text{C}$  гача ошириши, ушбу турдаги аналог материалларга нисбатан юқори ( $900^{\circ}\text{C}$  гача) ҳарорат таъсирида иссиқликдан изоляциялаш қобилиятини сақлаб қолиш вақти 10% гача ошишига, ташқи атмосфера таъсирларига чидамлик 5–9% гача ҳамда мустаҳкамлик сифатлари аналог сифатида қўлланилган материалларга нисбатан 10-15% гача яхшилаш имкониятини берди.

6. Янги таркибли ёнмайдиган ва қийин ёнувчан гуруҳларга кирувчи плитка материаллар бино ва иншоотларнинг ташқи кўринишини яхшилаши билан биргаликда, унинг коррозия ва эрозия таъсирларига ҳам бир мунча чидамли эканлиги аниқланди, ушбу таклиф этилаётган янги намунадаги натрийли суюқ шиша, доломит, термовермикулит ва бошқалар каби маҳаллий хомашёларга асосланган иссиқлик композицион таркибларни маҳаллийлаштириш, импорт ҳажмини 10-15% гача қисқартириши ва экспорт кўламини кенгайтириш имкониятини оширишга олиб келиши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.40/30.12.2020.Т.129.01. ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ АКАДЕМИИ МИНИСТЕРСТВА ПО  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

---

**АКАДЕМИЯ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ДЖУРАЕВ СОБИР МИРЗАЕВИЧ**

**ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

**05.10.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная, промышленная,  
ядерная и радиационная безопасность**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Ташкент – 2021**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2020.4.PhD/T2019.**

Диссертация выполнена в Академии Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.ipb.uz](http://www.ipb.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Саримсаков Абдишукур Абдухалилович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Хасанов Бахриддин Баратович**  
доктор технических наук, профессор

**Юсупов Усмонжон Тургуналиевич**  
кандидат технических наук, доцент

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

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета PhD.40/30.12.2020.T.129.01. по присуждению ученых степеней при Академии МЧС Республики Узбекистан. Адрес: 100102, г. Ташкент, улица Дустлик, дом -5. Тел. (99871)258-35-33; факс: (99871) 258-35-33, e-mail: [info@akademiyafov.uz](mailto:info@akademiyafov.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Академии МЧС Республики Узбекистан (зарегистрирован за №\_\_\_\_). Адрес: г. Ташкент, улица Дустлик, дом №5. Тел.: (99871) 258-35-33; факс: (99871) 258-35-33. e-mail: [info@akademiyafov.uz](mailto:info@akademiyafov.uz).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года (Реестр протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года

**Б.Т. Ибрагимов**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., доцент

**Х.М. Дусматов**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, к.х.н

**Ш.Э.Курбанбаев**  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., с.н.с

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня в мире ежегодно происходит около 7-8 миллионов пожаров, в результате которых гибнут более 85-90 тысяч человек, объемы экономических потерь составляют в размере 90 млрд. американских долларов в год, что, указывает на то, что совершенствование обеспечения пожарной безопасности является одним из актуальных вопросов. Поэтому проведение исследований в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в частности, соответствующее обеспечение пожарной безопасности стало одной из актуальных задач сегодняшнего дня. Тем не менее внедрение современных технологий в строительную промышленность, расширение объема применения сверхпрочных, безопасных для здоровья человека и окружающей среды, относительно легких и устойчивых к агрессивным средам атаке пожаробезопасных материалов является одним из актуальных вопросов.

Во всем мире в целях обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений ведутся обширные исследования по созданию новых видов огнестойких и пожаробезопасных теплоизоляционных материалов. В связи с этим особое внимание уделяется созданию новых высокопористых составов на основе местного сырья и изучению их пожарно-технических свойств. В отношении с этим остаются актуальными вопросы создания пористых композиций на основе местного минерального сырья и совершенствования технологии их производства. В соответствии с требованиями общепринятых нормативных документов, принятых во всем мире в области пожарной безопасности, обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений на необходимом уровне требует прежде всего расширения использования трудногорючих и огнестойких строительных материалов в строительстве этих объектов.

На сегодняшний день, в республике со стороны государства уделяется особое внимание совершенствованию системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций<sup>2</sup>, в том числе обеспечению пожарной безопасности отраслей экономики, производству теплоизоляционных материалов являющимися одними из наиболее широко используемых строительных материалов используя свои внутренние возможности. В частности, развивающийся быстрыми темпами строительная отрасль служит примером этого. В республике реализуется ряд крупномасштабных проектов по строительству жилья и современных городских комплексов. Такие мега проекты похожие на «Tashkent City» являются одними из них. Строительство зданий, отвечающих высоким требованиям пожарной безопасности и энергоэффективности, требует новых конструктивных решений,

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», раздел V, приложения №1, Закон Республики Узбекистан к ЗРУ-57 от 28 сентября 2006 года «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Закон Республики Узбекистан №ЗРУ-226 от 30 сентября 2009 года «О пожарной безопасности».

инновационных технологий и использования огнестойких материалов. Исследования показали, что сегодня в стране производится множество материалов на основе природных, искусственных и синтетических полимеров и что эти строительные материалы подвержены легкому воспламенению, имеют недостаточный срок службы и вредны для здоровья человека и окружающей среды. По этой причине, исходя из опыта развитых зарубежных стран, важно создавать эффективные строительные материалы обладающие пожаробезопасными, теплоизоляционными свойствами.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, определенных Указом Президента Республики Узбекистан № УП-5706 от 10 апреля 2019 года «О внедрении в Республике Узбекистан качественно новой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также обеспечения пожарной безопасности», Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4276 от 10 апреля 2019 года «Об организационных мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности подразделений по чрезвычайным ситуациям», Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», а также другими нормативно-правовыми документами, относящимися к данной сфере деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан - II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение» и VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В последние годы за рубежом и в нашей стране проведены исследования по теоретическим и практическим проблемам увеличения уровня пожарной безопасности зданий и сооружений, созданию огнестойких строительных конструкций и материалов, а также их испытаниям. Этой теме посвящены работы таких ученых как Жозеф Х.К., П.Конрой, Ю.Сорафия (США), Руефенг Чен, Хуалианг Гу (Китай), Катарзина Мроз, Изобелла Хагер, Кинга Корнеженко (Польша), Луиза Жилиани (Дания), а также российских ученых - В.Л.Страхова, А.Н.Гаращенко, Н.В.Смирнова, А.Я.Корольченко, Т.Ю.Еремина, Б.Б.Серкова, А.Н.Баратова, Р.А.Андрианова, А.Я.Корольченко, И.Г.Романенкова, А.С.Колосова, Е.С.Пикалова а также других.

Со стороны ряда ученых проводились исследования, посвященные разработке различных видов огнезащитных и огнеупорных материалов, на основе минерала вермикулита, в частности такие исследования проводились О.Н.Крашенинниковым, Я.А.Ахтямовым, Ю.М.Тихоновым, А.В.Сидоровым, А.С.Макбузовым, А.Н.Щербиным, А.З.Жуковым, М.Бланезом, А.Н.Нгуеном, А.П.Пожниным, А.И.Кольцовым, Л.Дюлаксом и многими другими.

В Узбекистане заслуживают внимания труды А.Т.Джалилова, А.К.Кудратова, А.А.Сарымсакова, Н.А.Самигова, И.У.Маджидова, С.З.Мирзаева, Б.А.Мухаммедгалиева, П.А.Арифова, М.Х.Усманова,

Б.Т.Ибрагимова, И.И.Исмаилова, Ф.М.Нуркулова, Ш.Э.Курбанбаева, которые внесли значительный вклад в теорию и практику разработки теплоизоляционных пожаробезопасных материалов.

Процесс создания новых пожаробезопасных теплоизоляционных материалов происходит непрерывно, постоянно совершенствуется и развивается, учитывая наличие положительных и отрицательных качеств в конкретном конечном продукте. Поэтому исследования по совершенствованию основных характеристик таких материалов проводятся регулярно. Несмотря на то, что на местном рынке строительных материалов имеется в достаточном объеме разновидности теплоизоляционных материалов, разработка таких пожаробезопасных материалов является на сегодняшний день актуальной задачей. Некоторые разработки в сфере создания новых пожаробезопасных теплоизоляционных материалов все еще осуществляются на основе легкогорючих полимеров и вредных химических соединений характеризующиеся высокой дымообразующей способностью. Вместе с тем, в научно-исследовательских работах в недостаточной мере исследованы вопросы получения пожаробезопасных теплоизоляционных материалов на основе местного минерального сырья.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ Академии МЧС Республики Узбекистан в рамках прикладного проекта по теме: БВ-Атех-2018 «Разработка технологии получения трудногорючих теплоизоляционных составов на основе местного минерального сырья».

**Целью исследования** является разработка пожаробезопасных теплоизоляционных материалов и повышения эффективности пожарной безопасности зданий и сооружений посредством их применения.

**Задачи исследования:**

разработка оптимальных условий получения новых силикатных составов с заданной структурой и степенью пористости, путем регулирования условий протекания химических процессов и соотношения основных компонентов;

обеспечение достижения заданных термических, теплофизических и физико-механических показателей составов путем подбора компонентов на основе натриевого жидкого стекла;

разработка новых плиточных материалов с теплоизоляционными свойствами, которые по основным пожарно-техническим характеристикам относятся к пожаробезопасным;

разработка технологии получения пожаробезопасных теплоизоляционных плиточных материалов на основе местного минерального сырья с применением натриевого жидкого стекла, доломита и вермикулита;

повышение пожарной безопасности зданий и сооружений с применением, полученных на основе местного минерального сырья пожаробезопасных теплоизоляционных материалов;

разработка математической модели расчета теплоизоляционной устойчивости исследуемого материала.

**Объектами исследования** являются огнестойкие теплоизоляционные материалы на основе местного сырья жидкое натриевое стекло, доломит, вермикулит, полимерные добавки и минеральные кислоты.

**Предметом исследования** является получение пористых составов и пожаробезопасных плиточных материалов с теплоизоляционными свойствами.

**Методы исследования.** В процессе исследования были использованы современные методы исследований термических, теплофизических и физико-химических свойств, такие как дифференциально-термические методы анализа, оптические и электронно-микроскопические методы исследований, метод математического анализа, методы исследований физико-механических свойств, а также методы испытаний пожарно-технических характеристик полученных материалов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

созданы новые силикатные составы с пористой структурой на основе проведения химического взаимодействия основных компонентов, таких как натриевое жидкое стекло, доломит и соляная кислота, а также в качестве дополнительных добавок оксид алюминия, кремнезём и полимерный наполнитель;

разработаны плиточные материалы, на основе новых силикатных составов и термовермикулитов которые по основным пожарно-техническим характеристикам являются негорючими материалами, обладающие низкими значениями коэффициента дымообразования и не распространяющие пламя по поверхности;

создана усовершенствованная технология производства пожаробезопасных теплоизоляционных плиточных материалов на основе местного сырья, являющийся менее энергозатратным и экологически чистым по сравнению с аналогами;

предложен коэффициент степени теплоизоляционной защиты материала ( $k_y$ ) и повышена эффективность посредством разработки математической модели расчета теплоизоляционной устойчивости исследуемого материала.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны экологически безопасные для окружающей среды и для организма человека жаропрочные силикатные гранулы с пористой структурой на основе силикатного сырья, которые могут использоваться в качестве заменителя пенополистирольных добавок в бетонные изделия;

разработана технология получения пожаробезопасных плиточных материалов на силикатной основе с эффективными теплоизоляционными свойствами;

разработаны плиточные материалы, на основе термовермикулитов которые по основным пожарно-техническим характеристикам являются негорючими, с низким значением коэффициента дымообразования при отсутствии свойств распространения пламени;

разработан силикатный плиточный материал на основе натриевого жидкого стекла, который по основным пожарно-техническим характеристикам является негорючим и с низким значением коэффициента дымообразования при отсутствии свойств распространения пламени;

достигнуто повышение огнестойкости и теплозащиты строительных конструкций и материалов, а также снижение пожарной опасности зданий и сооружений за счет применения разработанных пожаробезопасных плиточных материалов с эффективными теплоизоляционными свойствами;

достигнуто сохранение эффективности теплоизоляционных свойств при воздействии повышенных температур до  $900^{\circ}\text{C}$  на 8-10% дольше, повышен предел температуростойчивости строительных конструкций с  $300-450^{\circ}\text{C}$  до  $1000-1200^{\circ}\text{C}$ , с увеличением прочностных качеств материалов на 10-15%.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов диссертационной работы объясняется тем, что исследования проводилось с использованием современных устройств и измерительных приборов, получены научно обоснованные решения задач и выводы на их основе, обоснована сопоставлением результатов эксперимента с расчетными и теоретическими данными, использованием фундаментальных основ теплофизики, математических способов оценки состояния пористых систем, а также сравнением результатами других исследований в данном направлении.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследований заключается в развитии теоретических основ получения новых силикатных составов с пористой структурой, пожаробезопасных плиточных материалов с теплоизоляционными свойствами, совершенствовании методов повышения пожарной безопасности зданий и сооружений и определении возможностей эффективного применения. Характеризуется разработкой эффективных методов улучшения основных защитных свойств и совершенствования защитных механизмов путем воздействия в химический состав основных компонентов новых теплоизоляционных составов, физическое состояние также на теплофизику а также разработкой научно обоснованных технических решений обеспечения повышения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Практическая значимость результатов исследования заключается в повышении уровня огнестойкости и теплозащищенности строительных конструкций и материалов также, повышении пожарной безопасности и энергоэффективности зданий и сооружений, тем самым эффективно снижая уровень пожарной опасности строительных материалов, используемых в зданиях и сооружениях путем создания и применения новых негорючих и устойчивых к высоким температурам с эффективной теплоизоляцией материалов в виде плитки на основе местного минерального сырья.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по созданию пожаробезопасных теплоизоляционных материалов на основе местного минерального сырья, по повышению огнестойкости и

теплозащиты строительных конструкций и материалов, а также пожарной безопасности зданий и сооружений внедрены:

пожаробезопасные с теплоизоляционными свойствами плиточные материалы полученные на силикатной и на вермикулитовой основе, которые внедрены на объектах строительства Республики Узбекистан (Справка Министерства Строительства Республики Узбекистан от 06 августа 2021 г. №09-06/9319). В результате стандартных исследований было выявлено что новые плиточные материалы могут выдержать высокотемпературное ( $900^{\circ}\text{C}$ ) тепловое воздействие в течении 40 минут и при этом сохранять свои теплоизоляционные свойства. Новый материал по результатам исследований основных пожарно-технических характеристик является негорючим. В результате исследований было установлено, что новые плиточные материалы на объектах можно использовать в качестве защитных материалов металлических и железобетонных строительных конструкций от воздействий огня, в качестве негорючей теплоизоляции, а также противопожарных перегородок. Внедрением результатов исследований достигается повышение пожарной безопасности объектов на 8-10%;

новые пожаробезопасные плиточные материалы, полученные на основе местного минерального сырья с использованием натриевого жидкого стекла, минерала доломита и вермикулита, соляной кислоты, а также полимерных добавок были внедрены на предприятиях АО «Узбекпромстройматериалы» (Справка АО «Узбекпромстройматериалы» от 19 августа 2021 г. №05/15-2100).

Использование результатов научных исследований позволило повысить термическую устойчивость строительных конструкций и материалов с  $300-450^{\circ}\text{C}$  до  $1000-1200^{\circ}\text{C}$ , время сохранения теплоизолирующей способности при воздействии высоких температур (до  $900^{\circ}\text{C}$ ) увеличено до 10%, стойкость к внешним атмосферным воздействиям увеличено на 5-9%, прочностные качества увеличены на 10-15% по сравнению с аналогичными материалами.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований докладывались и обсуждались на 9 научно-практических конференциях, в том числе 3 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано всего 20 научных работ. Из них 1 монография (Германия), 9 научных статей, из них 5 в республиканских и 4 в зарубежных журналах рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, а также подана одна заявка на получение патента на изобретение.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из вводной части, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 118 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность исследования, её цель и задачи, определены объект и предмет исследования, указано на соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки, изложены научная новизна и практические результаты работы, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, дана информация о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации – **«Современное состояние обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Пожаробезопасные строительные материалы»** посвящена всестороннему анализу текущего состояния обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, включая нормативные основы по данному направлению. Следует отметить, что для соответствующего обеспечения и повышения пожарной безопасности зданий при строительстве необходимо использовать строительные материалы с нормированными показателями огнестойкости и пожарной безопасности, то есть для достижения необходимого уровня пожарной безопасности в зданиях и сооружениях необходимо применять строительные материалы, которые обладают заданными пожарно-техническими характеристиками.

В настоящее время в строительстве современных зданий очень часто используются теплоизоляционные материалы, которые кроме эффективных теплоизоляционных свойств должны обладать и пожаробезопасными свойствами. В этой связи в работе проанализирована научно-техническая литература, посвященная разработке огнестойких и пожаробезопасных строительных материалов, обеспечивающих пожарную безопасность зданий и сооружений, в частности, современное состояние разработки и эффективного использования пожаробезопасных теплоизоляционных материалов, научные решения и пути их совершенствования. В главе также приводится информация об использованных объектах и основных методах исследования. Представлены рекомендации по разработке пожаробезопасных теплоизоляционных материалов, теплозащитных средств, включающих силикатные составы и теплоизоляционные материалы исключительно на базе соответствующего этим требованиям местного сырья. Приводится аналитическая информация о зарубежном опыте разработки пожаробезопасных теплоизоляционных материалов.

Во второй главе диссертации, которая называется **«Получение и исследование термических и теплофизических свойств новых композиций на силикат-полимерной основе»**, приводятся результаты работ по получению и исследованию термических и теплофизических свойств новых пористых составов на силикатной основе, пористых жаропрочных гранул, силикатных и вермикулитовых плиточных материалов.

В целях получения материалов с эффективными теплоизоляционными свойствами, были проведены опыты с применением местного минерального сырья, по синтезу новых силикатных составов с пористыми структурами. На первом этапе на основе натриевого жидкого стекла, доломита, соляной

кислоты и других дополнительных реагентов были синтезированы новые пористые составы. Для этого использовалась лабораторная установка (рис. 1), собранная специально для этих исследований.

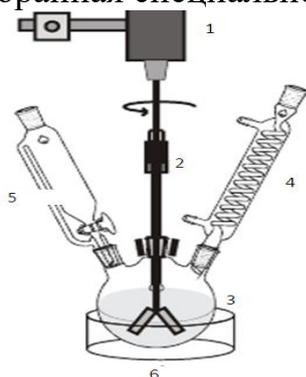


Рис. 1. Лабораторная установка для синтеза нового пористого силикатного состава: 1. Электромотор. 2. Мешалка. 3. Двугорлая или трехгорлая колба. 4. Обратный холодильник. 5. Капельная воронка для соляной кислоты. 6. Водяная баня

**Способ и условия получения новых силикатных составов.** В двугорловой колбе (рисунок 1.) с круглым дном оснащенной механической мешалкой, капельной воронкой и термометром в течении 40 минут производилось смешивание натриевого жидкого стекла ( $1300-1500 \text{ кг/м}^3$ ) и доломита в соотношении 3:1 от массы. Через капельную воронку, при постоянном перемешивании, капельным способом было добавлено 50 мл (30% ного) HCl. После добавления кислоты полученную смесь продолжали смешивать до образования мутно дисперсионной консистенции. Раствор среды слабо кислотный ( $\text{pH} = 6.5 - 7$ ). Полученная масса была залита в специальную прессформу покрытую фольгой. Далее прессформу помещают в электрическую печь марки SNOL 8.2/1200 и нагревают при температуре от  $300^\circ\text{C}$  до  $500^\circ\text{C}$  в течении 2 ч. Полученный продукт обрел серый цвет и высокую пористость (табл. 1).

**Таблица 1**

**Условия проведения синтезов новых пористых составов**

№	Температура реакции, $^\circ\text{C}$	Массовое соотношение исходных реагентов	Вид продукта	Кислотная среда, pH	Выход реакции, %	Цвет продукта
1.	200/300	Жидкое ст.: 3:3:1	кукунли	7,0-7,5	85	ок
		доломит: 3:2:1	кукунли	6,0-6,5	85	ок-кулранг
		HCl 3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	51	кулранг
2.	300/500	Жидкое ст.: 3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	55	кулранг
	400/700	доломит: 3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	65	кулранг
	500/900	HCl 3:1:0,5	плиткали	6,0-6,5	65	кулранг
3.	400/700	Жидкое ст.: мел: HCl 3:1:0,5	плиткали	7,0	79	ок

На следующем этапе исследований были получены пористые гранулы на основе вышеприведенных силикатных составов. Для этого при постоянном смешивании натриевого жидкого стекла, тонкодисперсного доломита, оксида алюминия и соляной кислоты получена смесь этих

компонентов с определенной вязкостью. Полученную смесь после охлаждения пропустили через специальный прибор имеющий каналы пропускания позволяющие получать гранул с определенными размерами. Полученные сырые гранулы после температурной обработки в печи СНОЛ при 450<sup>0</sup>С превращаются в твердые гранулы с пористой структурой и жаропрочными свойствами (1000-1200<sup>0</sup>С). На основе проведенных опытов получены твердые пористые силикатные гранулы (рис. 2, слева) и плиточные материалы на основе этих гранул (рис. 2, справа).



Рис. 2. Образцы ультралегких пористых гранул и плиточных материалов на силикатной основе

Далее, разработаны различные составы на основе термовермикулита для получения плиточных материалов. Для этого сначала получены фракции термовермикулита с различными размерами зерен (таблица 2.).

**Таблица 2**

### Полученные фракции термовермикулита

№	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Фракция</b>	7-8	5-6	3-4	0,5-1	0,250-0,5	0,160-0,250	0,250≤	0,160≤
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм

С целью определения оптимального размера фракций при разработке вермикулитовых плиточных материалов полученные фракции (табл. 2) термовермикулитов были изучены для определения значений их насыпного веса (рис. 3).

В процессе исследования было выявлено, что с уменьшением размера зерен термовермикулита повышается значение насыпного веса и наоборот, чем больше размеры зерен, тем меньше значение насыпного веса (рис. 3). Стало известно, что для получения прочных огнестойких вермикулитовых плиточных материалов оптимальной является фракция с размерами зерен 3-4 мм.

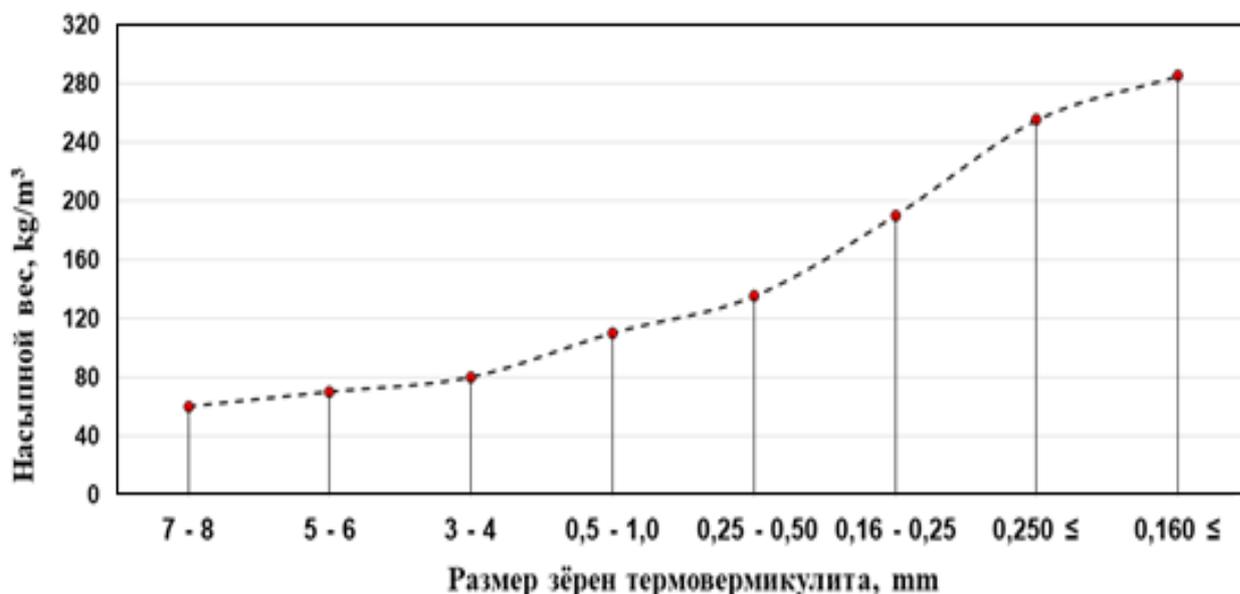


Рис 3. Зависимость насыпного веса термовермикулита от размера его зерна

На основе термовермикулита, натриевого жидкого стекла и доступных наполнителей, таких как силикон, тонкодисперсный волластонит волокнистый компонент (стекловолокно, базальтовая волокно, микрокристаллическая целлюлоза), двуокись кремния (МК-микрокремнезем), были получены вермикулитовые плиточные материалы (табл. 3., рис. 6).

**Таблица 3**

**Составы, полученные на основе термовермикулита с наполнителями**

№	Массовые соотношения компонентов					
	Основа состава		Дополнительные компоненты			
	Жидкое стекло	Термовермикулит (3-4 мм)	Силикон	Тонкодисперсный волластонит	Волокнистый компонент	SiO <sub>2</sub> (МК)
1	51,73	48,17	0,1	0,1	0,1	0,1
2	51,63	48,27	0,1	0,1	0,1	0,1
3	51,73	47,27	1	1	1	1
4	50,73	48,27	1	1	1	1
5	50,23	46,77	3	3	3	3
6	46,73	45,27	10	10	10	10

Полученные образцы плиточных материалов исследовались на множество требуемых параметров, в связи с чем разработан алгоритм достижения оптимальных значений теплопроводности, физико-механических и пожарно-технических характеристик.

Далее, полученные образцы плиточных материалов, исследованы для оценки эффективности теплоизоляционных свойств и стойкости к высоким температурам (рис. 4 и 5).



Рис. 4. Вывод результатов измерений от термопар в графический режим программного обеспечения МСТР – 1000: 1-температура внутри печи; 2-температура перед образцом; 3-температура за образцом

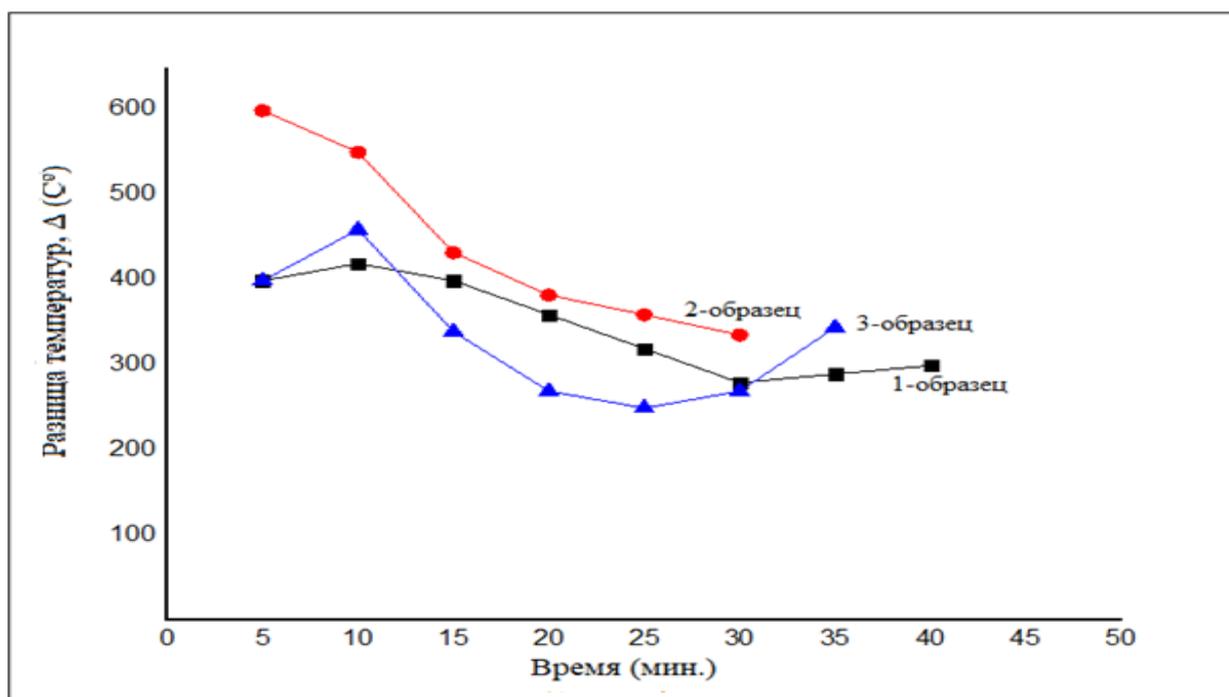


Рис.5. Графическое изображение показателей теплопроводности образцов плиточных материалов.

Кривые на рисунках 4 и 5 показывают зависимость значения показателя разности температур ( $\Delta^{\circ}\text{C}$ ) от времени нагрева поверхности образца для образцов полученных плиточных материалов. Здесь показатель разности температур ( $\Delta^{\circ}\text{C}$ ) – это значение разности показателей кривых температур перед образцом значений температур и за образцом. Значение этого показателя означает, что чем больше значение этого показателя, тем лучше значение эффективности теплоизоляции для этого материала. Но здесь

необходимо ориентироваться в основном на конечные значения разности температур ( $\Delta^{\circ}\text{C}$ ), так как начальные значения температур кривых не совсем точно отражают степень теплопроводности исследуемого материала.

Эти измерения показали что все испытанные образцы имеют стойкость к высоким температурам (до  $900^{\circ}\text{C}$ ), так как все они при длительных испытаниях с воздействием высоких температурах не теряли своей целостность и физико-механических свойств после охлаждения и потеря массы при этом составляла максимум 13,1% что доказывает их эффективность.

Третья глава диссертации – «Исследование пожарно-технических характеристик материалов» – содержит данные об исследованиях основных пожарно-технических характеристик полученных плиточных материалов.

На практике степень пожарной опасности материалов в соответствии с ШНК 2.01.02-04. «Пожарная безопасность зданий и сооружений» определяется такими свойствами, как горючесть, воспламеняемость, способность распространения пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения. Исходя из этого, испытания образцов плиточных материалов проводились по таким основным пожарно-техническим характеристикам как определение горючести, коэффициент дымообразования и способность распространения пламени по поверхности.

Исследованы плиточные материалы с нижеследующим компонентным составом (таблицы 4 и 5), на устойчивость воздействия открытого пламени:

**Таблица 4**

**Некоторые характеристики плиточных материалов на основе термовермикулита**

Основные компоненты состава	Плотность образца, $\text{гр}/\text{см}^2$	Размеры образца, см	$\Delta m$ потеря массы, гр. (%)
Термовермикулит	1.398	15x9x1.5	$\Delta m^* =$ 152,9-138,9 = 14 (9,1%)
Силикон с отвердителем			
Натриевое жидкое стекло			

\*Начальная масса образца 152,9 г, масса образца после испытаний 128,9 г

Проведенные испытания плиточных материалов (рис. 5 и 6) показали свою стойкость к высоким температурам (от  $900^{\circ}\text{C}$  до  $1200^{\circ}\text{C}$ ) и воздействию открытого огня. При испытаниях образец плиточного материала (табл. 4 и рис. 6), полученного на основе термовермикулита, после 2 минутного воздействия открытого пламени по поверхности покрылась белым пористым слоем, которое как показали дальнейшие исследования играет роль дополнительного защитного слоя. А также испытания плиточного материала (табл. 5 и рис. 7) с силикатным составом показали стойкость к воздействию высоких температур, внешний вид которого после испытаний не подвергся никакому изменению.

## Компонентный состав силикатного плиточного материала

№	Состав	Массовые соотношения компонентов масса, г
1.	Тонкодисперсный доломит	150
2.	Соляная кислота	25
3.	Натриевое жидкое стекло	450
4.	Кремнезем (отход Ангренского завода)	15



Рис. 6. Плитка вермикулитовая до (слева) и после (справа) испытаний

Рис. 7. Плитка силикатная до (слева) и после (справа) испытаний

Образцы также исследовались на определение свойства дымообразования. Измерения по определению коэффициента дымообразования проводились в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов», при следующих условиях: температура в помещении 20-25 °С, атмосферное давление 95-97 кПа, влажность 35-50 %. Размер образцов 40 x 40 x 5 мм. (U=200-220-240 В).

Формула расчета значения коэффициента дымообразования ( $D_m$ ):

$$D_m = \frac{V}{lm} \ln \frac{I_0}{I_{min}}, \quad [M^2/KG]$$

$V$  – вместимость камеры измерения (0,512 м<sup>3</sup>);

$L$  – длина пути луча в задымленной среде (0,8 м);

$m$  – масса образца, кг;

$I_0$  – и  $I_{min}$  – соответственно, значение начального и конечного светопропускания, %.

Исследования показали, что испытанные образцы имеют в основном низкие значения коэффициента дымообразования (от минимального 4,29 до максимального значения 51,02 м<sup>2</sup>/кг), большинство из которых по этим значениям относятся к материалам с малой дымообразующей способностью. Таким образом, исходя из результатов проведенных исследований по двум вышеприведённым пожарно-техническим показателям, а также по результатам исследований теплофизических свойств, можно сделать вывод о том, что полученные материалы относятся к классу пожаробезопасных материалов, с эффективными теплоизоляционными качествами.

В четвертой главе диссертации – «Разработка технологии получения пожаробезопасных теплоизоляционных материалов» приводятся результаты исследований по разработке технологии получения пористых и непористых плиточных материалов с эффективными теплоизоляционными свойствами и исследованию пожарно-технических характеристик

полученных опытно-промышленных партий этих материалов. В результате проделанной работы разработаны все циклы технологических процессов производства плиточных материалов с эффективными теплоизоляционными качествами. В качестве связующего компонента для получения теплоизоляционных плиточных материалов было использовано натриевое жидкое стекло, а также в качестве основных компонентов доломит, термовермикулит, кремнезем, с различной степенью размерности и в качестве полимерных добавок силикон, диацетат целлюлозы, эпоксидная смола, карбамидоформальдегидная смола, натрийкарбоксиметилцеллюлоза или их смеси в различных соотношениях.

На основе проведенных исследований разработана технология (рисунок 8) для получения силикатных плиточных материалов, которая состоит из следующих этапов и частей:

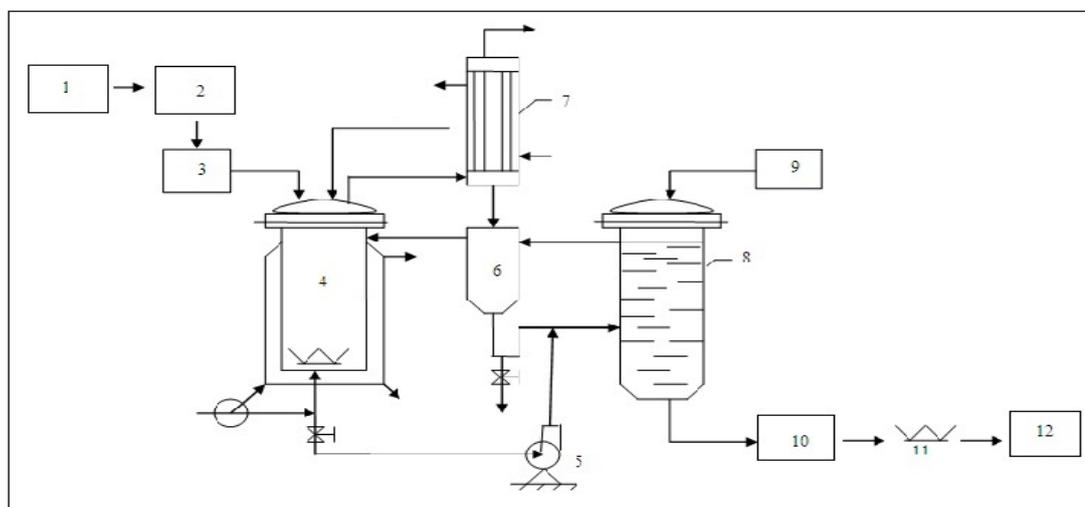


Рис. 8. Принципиальная технологическая схема получения нового теплоизоляционного материала: 1. Дробилка 2. Очистка 3. Щелочивание 4. Реактор с электрической мешалкой (с рубашкой) 5. Насос водяной 6. Отстойник 7. Холодильник 8. Нейтрализатор 9. Дозатор с рН-метром 10. Печка 11. Сушилка 12. Прессование и формование

Процесс получения силикатного пористого материала включает следующие стадии. Первая: в реакторе с электрической мешалкой, капельной воронкой и термометром в течение 40 мин. производится смешивание натриевого жидкого стекла ( $1300\text{--}1500 \text{ кг/м}^3$ ) и доломита в массовом соотношении 3:1. Через капельную воронку при постоянном перемешивании капельным способом добавляют 15 %-ный водный раствор соляной кислоты (HCl). При этом наблюдается процесс газовыделения. После добавления кислоты полученную смесь продолжают смешивать до получения гомогенной смеси. Раствор среды получится слабокислым ( $\text{pH} = 6,5 - 7,0$ ). Полученную массу заливают в специальную разработанную для этих целей форму, покрытую фольгой внутри (рис. 9). Далее форму нагревают до  $400^\circ\text{C}$  в течение 2 часов. Далее полученный продукт оставляют на открытом воздухе для остужения, так как в горячем виде продукт имеет свойство адсорбировать влагу. После охлаждения продукт просушивают в сушильном шкафу марки СШ-80-01-СПУ, при температуре  $100^\circ\text{C}$  в течение 5 часов.

В результате получается продукт серого цвета с высокой пористостью.

Процесс получения образцов плиточных материалов заключался в следующем: смешивали расчетное количество силикатного состава и других дополнительных компонентов в зависимости от необходимых характеристик получаемого материала. Полученный состав смешивали в смесителе принудительного перемешивания. Затем полученная масса укладывалась в пресс-форму и подогревалась до 100<sup>0</sup>С. Время подогрева составляло 4 ч. При этом получались плиточные материалы размерами 500×500 мм.



Рис.9. Образцы опытно-промышленных силикатных и вермикулитовых плиточных материалов

Далее полученные образцы плиточных материалов исследовались на определение показателей по основным пожарно-техническим характеристикам.

В результате этих исследований были установлены: плиты вермикулитовые со следующими пожарно-техническими характеристиками: нераспространяющее (РП1,) пламя, с малой (Д1) и умеренной (Д2) дымообразующей способностью, со слабой горючестью (Г1), а также со следующими основными физико-техническими характеристиками: предел прочности при сжатии (кПа) от 250 до 400, с объёмной плотностью (кг/м<sup>3</sup>) от 400 до 500 и с теплопроводностью (Вт/(м·0К)) от 0,1500 до 0,1800. А также плиты пористые силикатные со следующими пожарно-техническими характеристиками: нераспространяющее (РП1,) пламя, с малой (Д1) дымообразующей способностью, со слабой горючестью (Г1), а также со следующими основными физико-техническими характеристиками: предел прочности при сжатии (кПа) от 110 до 135, с объёмной плотностью (кг/м<sup>3</sup>) от 200 до 250 и с теплопроводностью (Вт/(м·0К)) от 0,0550 до 0,0800.

Таким образом, на основе проведенных работ разработана рецептура оптимального состава силикатного и вермикулитового пористого и непористого конструкционного теплоизоляционного материала с улучшенными теплофизическими, физико-механическими и пожарно-техническими характеристиками соответствующих требованиям ГОСТов. Разработан полный технологический цикл получения плиточных материалов с эффективными теплоизоляционными свойствами.

По результатам проведенных исследований предлагается формула, учитывающая степень теплоизоляционной защиты материала:

$$k_y = \Delta\tau/\tau_1 \quad (1)$$

Где  $\tau_1$ - время первоначального сопротивления тепловому потоку, минут;  
 $\tau_2$  – окончательное время сопротивления тепловому потоку, минут;  
 $\Delta\tau$  – разница, полученная в результате теплоизоляционной защиты (обработки), минут. Чем больше коэффициент степени теплоизоляционной защиты материала ( $k_y$ ), тем эффективнее воздействие конкретного вида теплоизоляции (обработки).

$$k_y = \int_0^{\Delta\tau} (\tau) d\tau \quad (2)$$

Изменение теплоизоляционной устойчивости конечного материала  $\Delta\tau_k$  составит сумму времени, полученную в результате изменения прочностных характеристик материала (разрывная машина), кристаллической решетки структуры материала, степени воздействия теплоизоляционной защиты (обработки). Данная фраза в математическом изложении выглядит следующим образом:

$$\sum\Delta\tau_k = \sum\Delta\tau_p + \sum\Delta\tau_{кр} + \sum\Delta\tau_{хт} + \sum\Delta\tau_{в} \quad (3)$$

где:  $\Delta\tau_p$  - дополнительное время, затрачиваемое на разрыв межмолекулярных связей, полученных за счет упрочнения материала при теплоизоляционной защите (обработки), минут;  $\Delta\tau_{кр}$  – дополнительное время затрачиваемое на разрушение сложившейся кристаллической решетки в конечном материале, минут;  $\Delta\tau_{хт}$  – дополнительное время, затрачиваемое на преодоление эффекта химического торможения процесса горения (плавление, испарение, ионизация, тление, воспламенение), минут;  $\Delta\tau_{в}$  – дополнительное время, затрачиваемое на преодоление эффекта вспучивания и коксообразования, минут. По сравнению со случаями  $\sum\Delta\tau_p$ ,  $\sum\Delta\tau_{кр}$ ,  $\sum\Delta\tau_{хт}$ ,  $\sum\Delta\tau_{в}$  в результате воздействия теплоизоляционной защиты (обработки) будет происходить как бы временная «деформация» в процессе горения. Время, затраченное на теплоизоляционную защиту (обработку), полученный от этого эффекта, можно обозначить как  $\tau_c$  - период, катализирующий временную "деформацию".

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \geq \tau_1^c + \tau_2^c + \tau_3^c + \tau_c \quad (4)$$

$\tau^c$  – время, затраченное на теплоизоляционную защиту (обработку), минут;  $\tau_{чс}^c$  – время локализации ЧС при использовании негорючего теплоизоляционного материала, минут;  $\tau_i^c$  – время, затраченное на этап горения при наличии теплоизоляционной защиты (обработки), минут.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам по теме «Пожаробезопасные теплоизоляционные материалы на основе местного сырья» формулированы следующие выводы:

1. Получены новые композиционные составы на основе местного сырья, с использованием натриевого жидкого стекла, доломита, термовермикулита и других, обеспечивающие эффективные теплоизоляционные свойства материала, а по некоторым физико-техническим характеристикам уникальные ультралёгкие показатели. Разработан способ и технология получения жаропрочных силикатных гранул с новым химическим составом и плиточных материалов на их основе, которые обладают эффективными теплоизоляционными и жаропрочными свойствами.

2. Разработаны плиточные материалы на основе термовермикулитов, которые по основным пожарно-техническим характеристикам являются негорючими и обладают низким значением коэффициента дымообразования. Которые по дымообразующей способности относятся к группе Д1 – малая дымообразующая способность. Разработаны силикатные плиточные материалы на основе натриевого жидкого стекла, которые по основным пожарно-техническим характеристикам являющимися негорючими и обладающими низким значением коэффициента дымообразования;

3. Разработан полный технологический цикл получения плиточных материалов на основе местного сырья, который является менее энергозатратным и экологически чистым по сравнению с аналогичными технологиями получения теплоизоляционных материалов. Исследования по основным физико-техническим свойствам плиточных материалов показали, что полученные силикатные и вермикулитовые плиточные материалы соответствуют требованиям международных стандартов на теплоизоляционные плиточные материалы.

4. Применение полученных негорючих и трудногорючих плиточных материалов в качестве ограждающих конструкций в зданиях различного типа приводит к повышению уровня их пожарной безопасности. Предложен коэффициент степени теплоизоляционной защиты материала  $k_y$  и разработана математическая модель расчета теплоизоляционной устойчивости исследуемого материала.

5. Установлено, что полученные новые плиточные материалы которые относятся по основным пожарно-техническим характеристикам к группе негорючих и трудногорючих материалов позволили повысить термическую устойчивость строительных конструкций и материалов с 300–450<sup>0</sup>С до 1000–1200<sup>0</sup>С, время сохранения теплоизолирующей способности при воздействии высоких температур (до 900<sup>0</sup>С) увеличено до 10%, стойкость к внешним атмосферным воздействиям увеличено на 5-9%, прочностные качества увеличены на 10–15% по сравнению с аналогичными материалами.

6. Определено, что полученные новые негорючие и трудногорючие плиточные материалы кроме улучшения внешнего вида зданий и сооружений повышает их коррозионную и эрозионную стойкость. А также импортозамещение теплоизоляционных материалов, полученных на основе натриевого жидкого стекла, доломита, термовермикулита др., позволяет сократить объём импорта на 10–15% и повысить объёмы экспорта таких материалов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE SCIENTIFIC  
COUNCIL PhD.40 / 30.12.2019.T.129.01 ON AWARDING SCIENTIFIC  
DEGREES AT THE ACADEMY OF THE MINISTRY OF EMERGENCY  
SITUATION OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**  

---

**ACADEMY OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATION OF THE  
REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**DJURAEV SOBIR MIRZAEVICH**

**FIREPROOF THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON  
LOCAL RAW MATERIALS**

**05.10.02 - Safety in emergencies. Fire, industrial, nuclear and radiation safety**

**DISSERTATION ABSTRACT  
of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences**

**Tashkent-2021.**

**The topic of the doctoral dissertation is registered with the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number V2020.4.PhD / T2019.**

Doctoral dissertation has been prepared at the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the thesis is in three languages (Uzbek, Russian, English (abstract)) it is web pages at ([www.ipb.uz](http://www.ipb.uz)) and information and educational portal «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz))

**Scientific adviser:** **Sarimsakov Abdishukur Abdixalilovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Xasanov Bakhriddin Baratovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Yusupov Usmonjon Turgunaliyevich**  
Candidate of technical sciences, docent

**Leading organization:** **Namangan Engineering-Construction Institute**

The defence of the dissertation will take place on «\_\_»\_\_\_\_\_, 2021 year, at \_\_\_ at the Scientific Council numbered DSc.40 / 30.12.2019.T.129.01 meeting at on awarding scientific degrees at the Academy of the Ministry for emergency situation of the Republic of Uzbekistan as the following address: 100102, Tashkent, Dustlik Street, №5. Phone: (99871) 258-35-33; Fax: (99871) 258-35-33, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz), )

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Academy of the Ministry for emergency situation of the Republic of Uzbekistan (registration number №\_\_). Address: 100102, Tashkent, Dustlik Street, №5. Phone: (99871) 258-35-33; Fax: (99871) 258-35-33, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz), )

The abstract of the dissertation was circulated on «\_\_»\_\_\_\_\_, 2021 year. (mailing report №\_\_ on «\_\_»\_\_\_\_\_, 2021 year).

**B. T. Ibragimov**

Chairman of the Scientific council on awarding scientific degrees, Doctor of technical sciences, docent

**X.M.Dusmatov**

Scientific secretary of the Scientific council on awarding scientific degrees, candidate of chemical sciences

**Sh.E.Kurbanbaev**

Chairman of this scientific seminar under Scientific council on awarding scientific degrees  
Doctor of technical science, senior researcher

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is the development of fireproof heat-insulating materials and their increase in the fire safety of buildings and structures.

The main objectives of the research are as follows:

development of optimal conditions for obtaining new silicate compositions with a given structure and degree of porosity, by regulating the conditions for conducting chemical processes and the ratio of the main components of the compositions;

ensuring the achievement of the specified thermal, thermophysical and physicomachanical parameters of the compositions by selecting the component composition based on sodium water glass,

development of new tile materials with thermal insulation properties, which, according to the main fire-technical characteristics, are fire-safe materials;

The object of the research are sodium water glass, minerals of dolomite and vermiculite, silica and porous compositions obtained on their basis, non-combustible and hardly combustible tile materials.

The subject of the research are the basics of obtaining porous compositions on a silicate base and new fireproof tile materials with thermal insulation properties based on them, as well as increasing the level of fire safety of buildings and structures.

Methods of research. In the process of research, methods were used to increase the thermal resistance of building structures, the rules of probability theory and mathematical statistics, planning of practical experiments, analysis of fires in various sectors of the economy, as well as mathematical statistics and correlation analysis of research results, methods of spectroscopy and thermal analysis, thermophysical, physical-chemical, optical and electron microscopic research methods.

The scientific novelty of the research is as follows: a method for obtaining new porous structures with predetermined thermal and thermophysical properties has been developed;

new silicate compositions with a porous structure were obtained on the basis of chemical interaction of the main components such as sodium water glass, dolomite and hydrochloric acid, as well as silica and polymer filler as additional additives;

a new composition of heat-resistant silicate granules with a porous structure based on silicate raw materials was obtained, which are ultra-light and have strong physical and mechanical properties;

a technology has been developed for obtaining heat-resistant silicate granules and tile materials based on them with effective thermal insulation properties;

slab materials based on thermo-vermiculites have been developed, which, according to their main fire-technical characteristics, are non-combustible materials, have low values of the smoke production coefficient and do not have the properties of fire propagation under fire conditions;

a technology for producing tile materials based on thermo-vermiculites with effective heat-insulating and heat-resistant properties has been developed;

silicate tile materials based on sodium water glass have been developed, which, according to their main fire and technical characteristics, are non-combustible materials and have low values of the smoke production coefficient and do not have the properties of spreading fire in fire conditions;

a complete technological cycle for obtaining fire-safe heat-insulating tile materials based on local raw materials has been developed, which is less energy-consuming and environmentally friendly in comparison with similar technologies for producing heat-insulating materials.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the creation of fireproof heat-insulating materials based on local mineral raw materials and increasing the fire resistance and thermal protection of building structures and materials, as well as the fire safety of buildings and structures, the following have been introduced:

fireproof tile materials with thermal insulation properties obtained on a silicate and vermiculite basis have been introduced at the facilities of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan (Certificate of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan dated August 06, 2021, No. 09-06 / 9319). As a result of research, it was revealed that new tile materials can withstand high-temperature (900 °C) thermal exposure for 40 minutes and at the same time retain their thermal insulation qualities. As a result of research, it was found that new tile materials at facilities can be used as protective materials for metal and reinforced concrete building structures from the effects of fire, as a non-combustible heat-insulating material, and also as fire-blocking structures. The implementation of the research results increases the fire safety of facilities at 8-10%;

New fireproof tile materials obtained on the basis of local mineral raw materials such as sodium water glass, dolomite and vermiculite mineral, hydrochloric acid, as well as polymer additives were introduced at enterprises JSC "Uzbekpromstroyaterialy" (Reference of JSC "Uzbekpromstroyaterialy" dated August 19, 2021, No. 05 / 15-2100). The use of the results of scientific research has made it possible to increase the thermal stability of building structures and materials with 300-450 °C up to 1000-1200 °C, the time of preservation of heat-insulating ability when exposed to high temperatures (up to 900 °C) is increased to 10%, resistance to external weathering is increased by 5-9%, strength properties are increased by 10-15% compared to similar materials.

Publication of research results. In total, 20 scientific papers have been published on the topic of the dissertation, including 1 monograph, 4 work in a foreign journal, 5 scientific articles published in scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, 6 published in the materials of collections of works of participants of international and republican conferences.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, bibliography and annexes. The volume of the thesis is 118 pages.

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

**I бўлим (I часть; Part I)**

1. Джураев С.М., Курбанбаев Ш.Э., Пожаробезопасные теплоизоляционные материалы на силикатной основе // Монография, Саарбрюккен (Germany) Lambert Academic Publishing, 2021, 131 С.

2. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, А.А.Саримсаков. Разработка технологии получения жаропрочных пористых и плиточных материалов на силикат полимерной основе // Ёнфин-портлаш хавфсизлиги. 2020. - №2 (5). –Б. 9–16 (05.00.00; № 28).

3. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, Х.М.Дусматов. Разработка пожаробезопасных конструкционно-теплоизоляционных материалов на основе вермикулит-силикатных композиций // FAN MUXOFAZA XAVFSIZLIK. – Ташкент, 2021 - №1(6). –С. 3 –10. (05.00.00; №36).

4. С.М.Джураев Синтез и исследование новых негорючих теплозащитных материалов на основе местного минерального сырья // FAN MUXOFAZA XAVFSIZLIK. – Ташкент, 2021. – №1(6). –С.34–42. (05.00.00; №36).

5. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, А.А.Саримсаков. Исследование теплотехнических характеристик новых пожаробезопасных плиточных материалов // Ёнфин-портлаш хавфсизлиги. –Тошкент, 2021. №1.(6), . – С. 3–10. (05.00.00; №28).

6. Ш.Э.Курбанбаев, С.М.Джураев, Х.М.Дусматов. Исследования огнестойкости и теплоизоляционных свойств новых плиточных материалов на основе местного минерального сырья // Ёнфин-портлаш хавфсизлиги. -Тошкент. 2021. №1.(6), – С. 41–47. (05.00.00; №28).

7. S.M.Djuraev., Sh.E.Kurbanbaev., A.A.Sarimsakov. Development of technology for producing fireproof heat-insulating materials based silicate-polymer compositions // European journal of Research development and sustainability. Journal Impact Factor. 7.455. Vol.2, Issue 6. June, 2021. -p. 96-102. ISSN:2660 – 5570. (05.00.00; №8).

8. S.M.Juraev. Study of the Flammability of New Silicate-Based Heat-Insulating Materials // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.Vol.8, Issue 7, July 2021. -p.17752–17754. ISSN:2350-0328. (05.00.00; №8).

**II бўлим (II часть; Part II)**

9. Djuraev S.M., Kurbanbaev Sh.E., Dusmatov Kh. E., Sarimsakov A.A. Research of fire and technical characteristics of new thermal insulation materials // Journal-A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. May 25<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> 2021. pp: 452 – 460. ISSN:2581 –4230.

10. Джураев С.М., Курбанбаев Ш.Э., Нурмухаммадов Ж.Ш., Синтез новых негорючих теплозащитных материалов и исследование их свойств. Пожарная и промышленная безопасность // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, №2, 2020 год. – С.123 –129.

11. Джураев С.М., Холов Ш.Ш., Тожибоев Б.Х., Курбанбаев Ш.Э. “Проблем экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов // Сборник материалов. VII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды. Минск УГЗ. 5 июня 2020 г. – С.188 –191.

12. С.М.Джураев, Ш.Курбанбаев, Р.Н.Норова. Разработка технологии получения новых пористых составов на силикатной основе // “Илм-фан тараккиётида ёшларнинг ўрни” мавзусида Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги микёсидаги илмий-амалий конференция. Андижон. 2020. –Б.78 –81.

13. Б.Х.Тожибоев, Ш.Э.Курбанбаев, С.М.Джураев. Получение и изучение новых составов пожаробезопасных теплоизоляционных материалов // ”Илм-фан тараккиётида ёшларнинг ўрни” мавзусида Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги микёсидаги илмий-амалий конференция. Андижон. 2020. – Б. 92 –95.

14. С.М.Джураев, Б.Х.Тожибоев, Ш.Э.Курбанбаев. Новые составы связующих для получения огнетеплозащитных материалов // Халқаро илмий-техник on-line анжуман илмий ишлари тўплами. г.Ташкент. 17–19 сентября 2020 года. –Б. 486-488.

15. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, Б.Х.Тожибоев. Получение жаропрочных пористых гранул на силикатной основе // Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etishning dolzarb muammolari: Республика илмий-амалий анжумани материаллари (Тошкент, 22 декабрь 2020 й.) – Тошкент: ФВВ Академияси, 2020. –Б. 462–464.

16. С.М.Джураев, Б.Тожибоев, Х.Дусматов, Ш.Э.Курбанбаев. Получение силикатных плиточных материалов и исследование их пожарно-технических характеристик // Favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etishning dolzarb muammolari: Республика илмий-амалий анжумани материаллари (Тошкент, 22 декабрь 2020 й.) –Тошкент: ФВВ Академияси, 2020. – Б. 464–469.

17. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, Р.Н.Норова, Х.М.Дусматов. Разработка технологии получения жаропрочных гранул с пористой структурой // “Ҳаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар” мавзусидаги III республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. 2021. – Б. 42 –44.

18. С.М.Джураев, Ш.Курбанбаев, Б.Т.Ибрагимов. Исследования новых теплоизоляционных материалов на основе местного минерального сырья // “Ҳаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар” мавзусидаги

III республика илмий-амалий анжумани материаллари (Тошкент, 30 март 2021 й.) -Тошкент: ФВВ Академияси, 2021. – Б. 12 –16.

19. С.М.Джураев, Ш.Курбанбаев, Х.М.Дусматов, А.А.Саримсаков. Пожарная и промышленная безопасность. Исследование пожарно-технических характеристик новых теплоизоляционных материалов // Материалы международной научно-практической конференции “Инновации, интеграция, экономия в области архитектуры и строительства”. г.Ташкент, Ташкентский архитектурно-строительный институт, 5–6 мая 2021 года. – С. 588–593.

20. С.М.Джураев, Ж.Ш.Нурмухаммадов, Ш.Э.Курбанбаев., С.З.Мирзаев. Ёнмайдиган иссиқдан сақловчи таркиб. Негорючий теплоизоляционный состав // Ихтиро учун патентга талабнома. Интеллектуал мулк агентлиги. Расмий Ахборотнома. 2021 й. №4.(240). – Б. 20 –21.

Автореферат «Ёнғин ва портлаш хавфсизлиги» илмий журнали  
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги  
матнларини мослиги текширилди (2.11.2021й.)

Босишга рухсат этилди: 17.11.2021 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 5. Адади: 80. Буюртма: № \_\_\_\_.

Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси,  
100102, Тошкент ш., Янгиҳаёт тумани, Дўстлик кўчаси, 5.