

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ
ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 14.07.2016.Т.23.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ
ЁНГИН ХАВФСИЗЛИГИ ОЛИЙ ТЕХНИК МАКТАБИ**

КУРБАНБАЕВ ШУХРАТ ЭРГАШЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ МИНЕРАЛ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ЎТГА ЧИДАМЛИ
ҚОПЛАМА ВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОН ТЎЛДИРУВЧИЛАР ЯРАТИШ**

05.10.02 – Фавқулодда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат,
ядро ва радиация хавфсизлиги
(техника фанлари)

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент - 2016

УЎК: 614.841.45/621.3.035.183

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the thesis of doctoral dissertation

Курбанбаев Шухрат Эргашевич

Маҳаллий минерал хом ашёлар асосида ўтга чидамли қоплама ва
теплоизоляция тўлдирувчилар яратиш..... 3

Курбанбаев Шухрат Эргашевич

Создание огнестойких покрытий и теплоизоляционных наполнителей на
основе местного минерального сырья 29

Kurbanbaev Shukhrat Ergashevich

Creation of fire proof coatings and thermal insulating fillers based on local
mineral raw materials 55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 79

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ
ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН
ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 14.07.2016.Т.23.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ЁНГИН ХАВФСИЗЛИГИ ОЛИЙ ТЕХНИК МАКТАБИ

КУРБАНБАЕВ ШУХРАТ ЭРГАШЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ МИНЕРАЛ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ЎТГА ЧИДАМЛИ
ҚОПЛАМА ВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОН ТЎЛДИРУВЧИЛАР ЯРАТИШ**

05.10.02 – Фавкулудда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат,
ядро ва радиация хавфсизлиги
(техника фанлари)

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2016

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.3-4.Т209 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Ёнгин хавфсизлиги олий техник мактабида бажарилган. Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгаш веб-саҳифасига (www.tiim.uz) ва «Ziynet» ахборот таълим порталига (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: Мирзаев Сирожиддин Зайниевич

физика-математика фанлари доктори

Расмий оппонентлар: Тўлаганов Абдуқобил Абдунабиевич

техника фанлари доктори, профессор

Шипачева Елена Владимировна

техника фанлари доктори, профессор

Исмоилов Ровшан Исроилович

кимё фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот: Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва мелиорация институти, Тошкент архитектура - қурилиш институти ва Тошкент темир йўл муҳандислари институтлари ҳузуридаги 14.07.2016.Т.23.01 рақамли илмий кенгаш асосидаги бир марталик илмий кенгашнинг 2016 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39. Тел.: (99871) 237-22-67; факс: (99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiim.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент ирригация ва мелиорация институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган) Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39. Тел.: (99871) 237-19-45.

Диссертация автореферати 2016 йил «___» _____ куни тарқатилди.

(2016 йил _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

М.Х.Ҳамидов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик илмий кенгаш раиси, к-х.ф.д., профессор

Т.З.Султанов

Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик илмий кенгашнинг илмий котиби, т.ф.д., доцент

Б.А.Мавлянкариев

Фан доктори илмий даражасини берувчи, бир марталик илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (Докторлик диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда дунёда бино ва иншоотлар ёнгин хавфсизлигини таъминлашда инновацион технологиялар асосида комплекс хоссали янги авлод ҳимоя воситаларини яратиш жараёнлари етакчи ўринларни эгаллайди. «Ёнгинлар статистикасига асосан дунёда ёнгинлар оқибатида инсон ҳаёти фаолияти хавфсизлиги,

иктисодиёт ва экологияга катта миқдорда зиён етмоқда»¹. Жадал суръатлар билан ривожланаётган фан-техника тараққиёти натижасида замонавий саноат корхоналари ва мураккаб конструкцион тузилишга эга иншоотлар сонининг ортиши сабабли ушбу ва бошқа турдаги объектларнинг ёнғин хавфсизлигини сифатли таъминлаш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Бу борада ривожланган мамлакатларда олов таъсиридан ҳимояловчи юқори самарали ва комбинациялашган хоссаларга эга қоплама материалларни минерал хомашёлар асосида ишлаб чиқиш, қурилиш конструкциялари ва ашёларнинг оловбардошлилигини ошириш масалаларига алоҳида эътибор қаратилган.

Ўзбекистон Республикасида бино ва иншоотларнинг ёнғинга қарши ҳимоясига қаратилган оловдан ҳимояланишнинг замонавий восита ва тизимларини яратиш ва такомиллаштириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Бу борада маҳаллий хомашёлар асосида қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловга бардошлилигини оширувчи воситаларни яратиш, ёнғинларни бартараф этишнинг техник воситалари ва усуллари сифатини янада оширишга бағишланган қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Жаҳонда бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлашда «пассив» турдаги қавариқланувчи ҳимоя воситаларини замонавий технологиялар асосида яратиш ва улар орқали қурилиш конструкциялари ҳамда материалларининг оловга бардошлилигини оширишга алоҳида аҳамият қаратилмоқда. Бу борада ҳимояловчи қопламаларда иссиқлик таъсирида кечадиган теплофизик ва термохимёвий жараёнларнинг механизм моделларини ишлаб чиқишни такомиллаштириш, оловдан ҳимояловчи қопламаларнинг қурилиш конструкциялари ва материалларнинг ёнғинга хавфлилиги кўрсаткичларига таъсирини комплекс баҳолашнинг компакт, аниқ ва тезкор усуллари ишлаб чиқиш; табиатда кенг тарқалган минераллар асосида иссиқлик ва олов таъсиридан ҳимояловчи юқори самарали янги авлод қопламаларини яратиш каби йўналишларда мақсадли илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Юқорида келтирилган илмий-тадқиқот йўналишида бажарилаётган илмий изланишлар мазкур диссертация мавзусининг долзарблигини изоҳлайди.

Ўзбекистон Республикасининг «Ёнғин хавфсизлиги тўғрисида»ги Қонуни (2009), Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2009 йил 27 январдаги ПҚ-1048-сон «2009 йилда саноат кооперацияси асосида тайёр

¹ World Fire Statistics. Center of Fire Statistics. Report. №21. 2016. – 63 p.; http://www.pozhproekt.ru/pozharnaya_statistika.

маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш дастури тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2013 йил 28 мартдаги 89-сон «Ёнғин хавфсизлиги тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси Қонунини амалга ошириш чора-тадбирлари ҳақида»ги қарори

ҳамда мазкур соҳага тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши нинг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи². Турли хил функционал хоссаларга эга бўлган оловдан ҳимояловчи янги авлод воситалари ва замонавий синаш усуллари яратишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University, National Institute of Standards and Technology, Texas University, Sherwin Williams, Great Lakes Chemical, Dow Chemical (АҚШ), International Paint Ltd, BRE Global Limited (Буюк Британия), PPG Industries Netherlands, Akzo Nobel (Нидерландия), Badische Anilin und Soda Fabrik, Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Institut für Technische Chemie - Leibniz Universität Hannover (Германия), Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille (Франция), Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano (Италия), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Бразилия), Бутунроссия ёнғиндан сақлаш хизмати илмий-тадқиқот институти, Россия давлат ёнғиндан сақлаш хизмати Академияси ва Санкт-Петербург университети, Тошкент давлат техника университети, Тошкент кимё технология институти ва Ёнғин хавфсизлиги олий техник мактабида (Ўзбекистон) кенг қамровли тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминлаш чора тадбирларини такомиллаштириш, ҳар хил сирт юзаларига мўлжалланган олов ва иссиқдан ҳимояловчи қопламаларни ишлаб чиқиш ва замонавий синаш усуллари яратишга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: нанозаррачалар билан қопланган турли полимерлар асосида янги синф, яъни наноструктурали оловдан ҳимояловчи қопламалар ишлаб чиқилган (Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Германия); углерод нанотрубкалари асосида материалларнинг ёнувчанлигини етарли даражада камайтирувчи текис тақсимланган қатламлардан иборат қопламалар яратилган (National Institute of Standards and Technology, АҚШ); модда ва материаллар ёнғин хавфсизлиги кўрсаткичларини прогнозлаш ва параметрларини таҳлил қилишнинг математик модели, алгоритми ва

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://industrial-coatings.ru/archive>, <http://www.ogneportal.ru/news/russia/>, <http://www.fire-smi.ru/arhiv>, <http://academygps.ru/nauka/nauchnyj-zhurnal-pozhary-i-chs/arkhiv-nomerov/arkhiv-nomerov-za-2015-god> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

материалларни оловдан химояловчи таркибларнинг самарадорлигини синашнинг компакт лаборатория синов усуллари ишлаб чиқилган - small scale tests (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, Франция). Дунёда бино ва иншоотларнинг ёнғинга қарши химоясига қаратилган юқори самарали химоя воситалари ва тизимларини яратиш бўйича бир қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: оловдан химояловчи таркиблар асосий компонентларининг физик ва кимёвий хоссаларини бошқариш имкониятини берувчи янги усул ва технологияларни ишлаб чиқиш; олов ва иссиқдан самарали химояловчи янги авлод қопламаларини яратиш; олов ва иссиқдан химояловчи қоплама материаллар таркибий қисм ва хоссалари орасидаги боғлиқликнинг такомиллаштирилган модел, алгоритм ва компьютер дастурларини ишлаб чиқиш; нанозаррачалар ва нанотехнологиялар асосида юқори самарали кўп функцияли дисперс системаларни ишлаб чиқиш; олов ва иссиқдан химояловчи қопламаларнинг хоссаларини комплекс баҳолашнинг компакт, тез ва самарали усуллари яратиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қурилиш конструкциялари ва материаллари ёнғинга хавфлилик даражаларини камайтириш бўйича назарий ва амалий муаммоларнинг илмий ечимлари, юқори самарали олов ва иссиқдан химояловчи воситаларни яратиш ва замонавий синаш усуллари ишлаб чиқиш масалалари бир қатор олимлар: Эдвард Д. Белл (Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University), Р.Насцимента (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Бразилия), Элизабет Рануччи (Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano, Италия), Сержа Бурбижо, Софии Дукуэн (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, Франция), Дебби Смит (BRE Global Limited, Буюк Британия), Бернард Шартел (Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung), Манфред Дёринг (Karlsruher Institut für Technologie KIT Institut für Technische Chemie), Аксел Каладер (Inomat GmbH, Близкастл, Германия), В.Л.Страхов, А.М.Крутов, А.Н.Гарашенко («Теплоогнезащита» илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси, Россия), А.Я.Корольченко, Н.В.Смирнов, Т.Р.Еремина (Россия Фавқулудда ҳолатлар вазирлиги Давлат ёнғиндан сақлаш хизмати Бутунроссия ёнғиндан сақлаш хизмати илмий-тадқиқот институти), Т.Ю.Еремина, А.Б.Сивенков, Б.Б.Серков (Россия Давлат ёнғиндан сақлаш хизмати Академияси) М.В.Крашенинников (Қурилиш ва ёнғин хавфсизлиги илмий инновацион маркази, Санкт-Петербург), С.Н.Ненахов («Теплохим» илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси, Москва) ва бошқаларнинг тадқиқотларида кўриб чиқилган.

Вермикулит минерали асосида оловдан химояловчи ва бошқа турдаги материалларни ишлаб чиқиш ва қўллаш билан боғлиқ тадқиқотлар бир қатор олимлар томонидан олиб борилган, жумладан, К.Н.Дубенецкий, С.И.Хвостенков, Г.В.Геммерлинг, Я.А.Ахтямов, Ю.М.Тихонов, А.В.Сидоров, А.Н.Шербина, А.П.Пожнин, А.И.Кольцов, А.С.Макбузов, А.З.Жуков,

Л.Дюлак, А.В.Побединский ва бошқалар. Ўзбекистонда вермикулит минерали («Тебинбулок» вермикулити) бўйича илмий изланишлар
П.А.Арифов томонидан олиб борилган ва қатор натижаларга эришилган, жумладан, иссиқдан сақловчи ва оловдан ҳимояловчи материалларнинг айрим турлари ишлаб чиқилган.

Янги «пассив» турдаги оловдан ҳимояловчи воситаларни яратиш жараёнлари доимо амалга ошириб келинмоқда. Бунга сабаб ушбу воситаларнинг ҳар бирида хоссаларининг устун томонлари ва камчиликлари бор. Шу сабабдан, ушбу йўналишда оловдан узоқ ва самарали ҳимоялаш, хизмат муддатининг узоқ бўлиши ва маҳсулот таннархининг минимал қийматга эга бўлиши йўналишларида тадқиқотлар доимий равишда олиб борилмоқда. Ҳозирги кунда дунё ва республикаимиз қурилиш бозорларида оловдан ҳимояловчи материаллар етарли даражада бўлишига қарамасдан, оловдан ҳимояловчи воситаларни яратиш ҳамон долзарб масала ҳисобланади. Бунга сабаб, республикаимизда ишлатилаётган оловдан ҳимояловчи воситалар асосан хориждан келтирилган бўлиб, маҳаллий ишлаб чиқарувчилар томонидан таклиф қилинаётган ушбу тур маҳсулотлар асосан чет эл фирмалари технологиялари бўйича четдан келтириладиган компонентлар асосида ишлаб чиқарилади. Оловдан ҳимояловчи воситаларни ишлаб чиқишда зарарли бўлган кимёвий бирикмалардан фойдаланилмоқда. Бу борада яъни комплекс функцияли оловдан ҳимояловчи қопламаларни минерал хомашёлар асосида ишлаб чиқиш бўйича етарли даражада илмий тадқиқот ишлари олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ёнғин хавфсизлиги олий техник мактабининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг №КА-12-001 «Қийин ёнувчан ёғоч қириндили плиталар ишлаб чиқаришнинг экологик хавфсиз технологиялари» (2012-2014), №А4-ФА-Ф-152 «Маҳаллий хомашё – майда заррали вермикулит асосида хоссалари олдиндан берилган янги материаллар олишнинг замонавий технологиясини яратиш» (2012-2014), №ФА-А4-Ф063 «Вермикулит асосида иссиқликдан ва товушдан юқори изоляциялаш хоссаларига эга бўлган янги қурилиш ашёларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий минерал хомашёлар асосида ёнғинга қарши ҳимоя воситаларини яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

вермикулит минерали асосида юқори дисперсли ўтга чидамли ва теплоизоляция тўлдирувчилар олишнинг самарали усулини яратиш ва олинган вермикулитлар асосида кўп функцияли таркибларни ишлаб чиқиш;

ҳар хил дисперсликдаги ва модификацияланган вермикулитларнинг физик ҳолати, термик ва теплофизик хоссаларига таъсир қилиш орқали улар асосидаги олов ва иссиқдан ҳимояловчи ҳамда ўт ўчириш таркибларининг самарадорлигини ошириш усулини ишлаб чиқиш;

ташқи майдонлар (ультратовуш ва иссиқлик) ва кимёвий реагентлар билан вермикулит минералининг структураси, физик ҳолати ва кимёвий таркибларига таъсир қилиш орқали вермикулит минерали ва улар асосидаги таркибларнинг белгиланган термик ва теплофизик хоссаларга эга бўлишини таъминлаш. Ишлаб чиқилган таркибларнинг ёғоч ва металл қурилиш материалларини оловдан ҳимоялаш механизмларини ишлаб чиқиш;

вермикулит минерали асосида оловдан самарали ҳимояловчи каварикланадиган қопламаларни яратиш ва улар асосида ёғоч ва металл қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловга бардошлилигини ошириш ҳамда уларни олов таъсиридан кўп босқичли ҳимоялаш усулини яратиш;

махаллий минерал хомашёлар асосида иссиқдан ҳимояловчи материалларнинг янги таркибларини яратиш, уларни асосий ёнғин-техник хоссаларини таҳлил қилиш ва улар асосида ўтга чидамли иссиқдан ҳимояловчи қоплама ҳамда конструкцион материалларни ишлаб чиқиш;

вермикулит минерали асосида турғун дисперс системаларни олиш, юқори самарадорли эга янги ўт ўчириш таркибларини яратиш ва суюқ таркибли ўт ўчириш воситалари самарадорлигини баҳолашнинг янги усулини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ёғоч ва металл қурилиш материаллари, Тебинбулоқ вермикулити, Ангрен каолини ва силикат эритмалари танланди.

Тадқиқотнинг предмети ёғоч ва металл қурилиш ашёларининг термик, теплофизик ва ёнғинга хавфлилик кўрсаткичларига янги самарадор таркибли ҳимояловчи воситалар билан таъсир қилиш орқали бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминлаш.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида ИҚ-спектроскопик, дифференциал-термик таҳлил қилиш усуллари, кимёвий ва масс спектроскопик, оптик ва электрон-микроскопик текшириш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

вермикулит минерали асосида юқори дисперсли ўтга чидамли теплоизоляцияцион тўлдирувчилар яратилган;

вермикулит минерали асосида нисбатан паст ва юқори ҳароратда каварикланувчи вермикулитлар, гидрофоб вермикулит, юқори каварикланиш даражасига эга бўлган вермикулит ва яхши ғовақдорликка эга бўлган вермикулит турлари ишлаб чиқилган;

майин дисперсли вермикулит минералини ультратовуш таъсири ва кимёвий реагентлар билан модификациялаш орқали вермикулитнинг олов ва иссиқлик таъсиридан ҳимояловчи функциясини ошириш усули яратилган;

давлат стандартлари талаблари бўйича ёғоч қурилиш материалларининг қийин ёнувчан гуруҳга ўтишини таъминловчи майин дисперсли модификацияланган вермикулитлар асосида олов таъсиридан кўп босқичли

ҳимояловчи янги таркиблар ишлаб чиқилган;

майин дисперсли модификацияланган вермикулитлар асосида оловдан

9

ҳимояловчи силикат бўёқ маҳсулотини олиш технологияси ишлаб чиқилган; қавариқланган вермикулит асосида ёнғинга қарши тўсиқлар сифатида ишлатишга мўлжалланган ўтга чидамли, иссиқдан сақловчи материаллар ишлаб чиқилган;

майин дисперсли вермикулит ва ортофосфат кислоталари асосида ўтга чидамли, янги таркибли ноорганик ғоваксимон материал яратилган; майин дисперсли вермикулитлар асосида янги суюқ ўт ўчириш таркиблари яратилди ва ушбу таркиблар самадорлигини баҳолаш бўйича қўшимча кўрсаткичларини аниқлаш усули ишлаб чиқилган. **Тадқиқотнинг амалий натижаси** қуйидагилардан иборат: ультратовуш майдони, кимёвий реагентлар ва уларнинг биргаликдаги таъсири орқали вермикулит минерали асосида олдиндан белгиланган физик кимёвий ва теплофизик хоссаларга эга бўлган кўп фазали дисперс системаларни олишнинг янги технологик усуллари ишлаб чиқилди; маҳаллий минерал хомашё - Тебинбулоқ вермикулити асосида оловдан ҳимояловчи қавариқланувчи қопламалар, ўтга чидамли иссиқдан сақловчи материаллар ва ўт ўчириш таркиблари каби бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш самарадорлигини оширувчи воситаларнинг янги таркиблари яратилган;

янги ишлаб чиқилган оловдан ҳимоя қилувчи қопламаларни қўллаш орқали қурилиш ашёларининг ёнғин хавфлилигини салмоқли даражада камайишига эришилган, жумладан, ёнувчан ёғоч материали қийин ёнувчан гуруҳга ўтишига ва шунингдек металлларда критик (500°C) температурага етиш вақти 45 дақиқага (3 марта ошган) қадар кўпайишига эришилган;

вермикулит минерали асосида таркибида нанозаррачалар тутган турғун суспензиялар, улар асосида янги ўт ўчириш таркиблари яратилиб суюқ таркибли ўт ўчириш воситаларининг оловни ўчириш хоссасини баҳолашнинг самарадорлигини оширувчи янги усул ишлаб чиқилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ўлчаш асбобларининг ишлаш аниқлиги текширилганлиги, тажриба натижаларининг ҳисобланган ва назарий маълумотлар билан таққосланганлиги, молекуляр физика ва иссиқлик физикаси назарий асосларидан фойдаланилганлиги, ҳимояловчи системалар ҳолатини баҳолашнинг математик усулларида фойдаланилганлиги ва ушбу йўналишдаги бошқа тадқиқотлар натижалари билан солиштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда натижаларнинг илмий аҳамияти қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлигини оширишнинг назарий асосларини ривожлантириш, оловдан ҳимояловчи таркиблар асосий компонентларининг кимёвий таркиби, физик ҳолати ва иссиқлик физикасига таъсир қилиш орқали ҳимояловчи воситаларнинг самарадорликларини ошириш усулларни

ишлаб чиқиш ва таъсир қилиш механизмларини такомиллаштириш билан изоҳланади.

Тадқиқотда натижаларнинг амалий аҳамияти маҳаллий минерал хомашё

10

– Тебинбулоқ вермикулити асосида ишлаб чиқилган янги таркибли оловдан химояловчи кавариқланувчи қопламалар, ўтга чидамли иссиқдан сақловчи материаллар, ўт ўчириш таркиблари орқали қурилиш конструкциялари ва материалларининг ёнғин хавфлилиги даражасини самарали тарзда камаййтиришга эришилганлигидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий минерал хомашёлар асосида ўтга чидамли қоплама ва теплоизоляция тўлдирувчилар яратиш бўйича олинган натижалар асосида:

ёғоч қурилиш материалларини олов таъсиридан самарали химояловчи янги таркибли бўёқ материални маҳаллий минерал хомашё - «Тебинбулоқ» вермикулити асосида ишлаб чиқариш «Ўз-ДонгЖУ Пэинт Ко» МЧЖ қўшма корхонасида жорий қилинган («O₂Avtosanoat» акциядорлик компаниясининг 2016 йил 17 октябрдаги №7/04-25-2340-сон маълумотномаси). Олинган илмий натижалар асосида ишлаб чиқилган оптимал хоссаларга эга бўёқ materiali ёғоч қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлилиги ошишини таъминлайди;

маҳаллий минерал хомашё - «Тебинбулоқ» вермикулити асосида ишлаб чиқилган ёғоч материалларини олов ва иссиқлик таъсиридан самарали химояловчи бўёқ materiali ва қопламалар Қорақалпоғистон Республикаси Тўрткўл туманидаги яқка тартибдаги намунавий уй-жойлар қурилишида ва ишлаб чиқариш корхоналарининг турли биноларида қўлланилган (Ички ишлар вазирлиги Ёнғин хавфсизлиги бош бошқармасининг 2016 йил 26 октябрдаги №29/3-1-3456-сон маълумотномаси). Натижада объектларнинг ёнғин хавфлилиги даражаси 1,1-1,8 мартага, ёнғиннинг келиб чиқиш эҳтимоллиги 2–3 фоизга ва ёнғин зиён миқдорининг 1-2 фоизга камайишига эришилган;

антипирен хоссали модда ва аралашмалар билан модификацияланган юқори дисперсли инерт тўлдирувчилар асосида олов таъсиридан химояловчи таркибларни яратиш ва улар асосида қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлилигини ошириш усуллари №КА-14-003 «Саноат чиқиндилари асосида олинган ресурстежамкор антипиренлар билан ишлов берилган оловбардош қурилиш ашёларини яратиш ва тадқиқ этиш» лойиҳасида (2015-2017 йй.) янги антипирен таркибларнинг ёғоч материални оловга бардошлилик самарадорлигини оширишда қўлланилган (Ўзбекистон Республикаси Фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштириш қўмитасининг 2016 йил 24 октябрдаги №ФТК-0313/707-сон маълумотномаси). Илмий натижанинг қўлланилиши ёғоч материалларини оловга бардошлилигини самарали оширувчи комбинациялашган хоссали янги антипирен таркибларни яратиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари

қуйидаги халқаро анжуманларда муҳокама қилинган: «Кимёвий технологиялар бўйича Марказий Осиё халқаро конференцияси» ХТ'12 (Тошкент, 2012), Четвертая международная научно-практическая конференция «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» (Москва 2015), 45th World Chemistry Congress. IUPAC-2015 (Busan, Korea, 2015),

11

«11th International Conference on Advanced Polymers via Macromolecular Engineering» (Yokohama, Japan, 2015), «Кимёвий технологиялар соҳасининг долзарб муаммолари» (Бухоро, 2015), «Kon-metallurgiya kompleksi: yutuqlar, muammolar va rivojlantirish istiqbollari» VIII-Xalqaro ilmiy-texnikaviy anjuman (Navoiy, 2015), 16th Asian chemical congress (16ACC) (Dhaka, Bangladesh, 2016), «Архитектура ва қурилиш соҳаларида инновацион технологияларни қўллаш истiqболлари» (Самарқанд-2016), 46th IUPAC World polymer congress. MACRO 2016 (Istanbul, Turkey, 2016), Khujand Symposium on Computational Materials and Biological Sciences, KSCMBS-2016 (Khujand, Tajikistan, 2016), 2010-2016 йилларда бир қатор республика илмий-техник ва илмий-амалий анжуманларида, шунингдек 2016 йил 2-4 апрелда Наманган, Андижон ва Фарғона шаҳарларида ўтказилган Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар республика ярмаркасининг регионал босқичларида, 2015 йил 19-21 майда VIII Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар республика ярмаркасида «Вермикулит минерали асосида кукунли аралашма» номли ишланма, 2015 йил 2 июнда «Экологик ҳафта - 2015» кўргазмасида «Вермикулит асосида оловга ҳавфсиз кукунли аралашма» номли ишланмалар тақдим қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 37 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 14 та мақола, жумладан, 2 таси хорижий ва қолганлари республика журналларида нашр қилинган, ҳамда 2 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 200 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар

келтирилган.

Диссертациянинг «**Қурилиш конструкциялари ва материалларини оловдан ҳимоялашнинг замонавий аҳволи. «Пассив» турдаги оловдан ҳимоялаш воситалари**» деб номланган биринчи бобида қурилиш конструкциялари ва материалларни оловдан ҳимоялашнинг замонавий ҳолати ва меъёрий асослари таҳлил қилинган. Металл ва ёғоч қурилиш материалларининг махсус ҳимоя воситаларисиз ёнғинларда юқори иссиқлик

12

ва олов таъсирига дош бера олмаслиги ва умуман қурилиш материалларининг асосий ёнғин-техник таснифлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи воситаларни ишлаб чиқиш бўйича, хусусан металл ва ёғоч қурилиш конструкциялари ва материаллари оловбардошлилигини оловдан ҳимояловчи қаварикланувчи қопламалар ва антипирен таркиблардан фойдаланиш орқали ошириш бўйича илмий-техник адабиётлар таҳлил қилинган.

Ноорганик боғловчилар сифатида сувда эрувчан силикатлар (асосан натрийли суюқ шиша) ва қаварикланувчи тўлдирувчилар сифатида эса гилтупроқ минераллар асосидаги оловдан ҳимояловчи таркибларни яратишга бағишланган истиқболли тадқиқот натижалари таҳлил қилинди. Қурилиш материаллари ва ашёларнинг ёнғин хавфлилигини камайтирувчи антипирен хоссали таркиблар, иссиқлик таъсирида оловдан ҳимояловчи таркиблар асосий компонентларида содир бўладиган физик-кимёвий ўзгаришлар ва ушбу жараёнларнинг механизмлари ҳақидаги адабиётлар таҳлиллари асосида тадқиқотлар учун энг мос келувчи маҳаллий минерал хомашёлар танлаб олинди. Ўтга чидамли теплоизоляция тўлдирувчилар, олов ва иссиқликдан ҳимояловчи материалларни ишлаб чиқишга мос гилтупроқ ва вермикулит каби минералларнинг кимёвий таркиблари, кристалл структуралари ва иссиқлик физикаси тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Шунингдек, тадқиқот ишида фойдаланилган объектлар ва қўлланилган методлар ҳақида маълумотлар тақдим қилинган. Бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи воситалар сифатида, оловдан ҳимояловчи қаварикланувчи қопламалар, иссиқдан сақловчи материаллар ва ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқиш учун мос келувчи маҳаллий хомашёлар: «Тебинбулоқ» вермикулити, каолин ва суюқ шишаларнинг тузилиши, уларнинг кимёвий таркиби ва асосий хоссалари ҳақидаги маълумотлар келтирилган. Шунингдек, тадқиқотда фойдаланилган асосий методларнинг тавсифлари берилган.

Диссертациянинг «**Вермикулитли ғовак дисперс системалар, уларнинг физик ҳолати ва иссиқлик физикаси амалий-назарий асослари**» деб номланган иккинчи бобида юқори дисперсли вермикулит минералари асосида олинган ғовак дисперс системаларнинг назарий ва амалий тажрибалар ёрдамида ўрганиш натижалари таҳлиллари келтирилган.

Олов ва иссиқлик таъсиридан самарали ҳимояловчи таркибларни ишлаб чиқишда тўлдирувчи сифатида ишлатилувчи асосий компонентнинг

дисперслик даражаси ва ғоваклик қиймати ва уларни бошқариш усулининг мавжудлиги муҳим амалий аҳамиятга эга. Қўйилган масалани самарали ечиш учун дастлаб вермикулитли ғовак дисперс системаларни математик моделлаштириш амалга оширилди. Бунинг учун вермикулит асосидаги ғовакли материал структурасини тавсифлаш учун динамик модел талаб қилинади. Ушбу динамик жараёнларда вермикулит минерали пакетлари орасида сув буғларининг ҳосил бўлиш босқичлари ва слюда структураси элементларининг ҳосил бўлаётган сув буғи босими таъсирида қайта ориентирланишлари содир бўлади.

13

Вермикулит минерали учун материаллар қавариқланиш жараёнидаги ғовакланиш эволюциясини қуйидаги функция кўринишида ифодалаш мумкин:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{\varepsilon_1}{1 + \exp(-t/\tau)}$$

Бу ерда: - ε_0 қавариқланишгача бўлган бошланғич ғовакдорлик; - слюда ε_1 пластинкаларининг қайта ориентацияланиши ва силжишлари каби ҳаракатланишлар натижасидаги τ ғовакдорлик «ресурси»; - таъсир қилувчи иссиқлик оқими интенсивлигидан келиб чикувчи интенсив қавариқланиш вақти.

Тадқиқотларнинг навбатдаги босқичида вермикулит минерали концентрати (ВК) дағал ва майин майдаланишларга учратилгандан кейин фракцияларга ажратилди (1-жадвал). Ушбу фракциялар тадқиқотлар давомида заррачалар ўлчамидан келиб чиққан ҳолда турли хил материаллар олишда ишлатилди.

1-жадвал

Дисперсланган вермикулит фракциялари

№	1	2	3	4	5	6
Фракция, мм	3,0-4,0	0,5-1,0	0,25-0,50	0,16-0,25	0,25 ≤	0,16 ≤

Вермикулит минералини майин дисперсли ҳолатда ўтга чидамли ва теплоизоляция тўлдирувчи сифатида ишлатилиши муҳим амалий аҳамиятга эга. Чунки майин дисперс фракцияли тўлдирувчилар боғловчи материал таркибида бир текис тақсимланади ва шу сабабдан улар асосида гомоген таркибларни ишлаб чиқиш имконияти яратилади. Бундай таркиблар ҳимоя қилинувчи юзани тўлиқ ва бир текис қоплаш имкониятини беради ва ушбу ҳолат ишлаб чиқиляётган таркибнинг оловдан ҳимоялаш кўрсаткичларини яхшиланишига олиб келади. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, турли хил бўёқларни ишлаб чиқишда минерал тўлдирувчиларнинг майин дисперс фракциялари узоқ вақт чўкмасдан сақланиб туриши ҳисобига маҳсулотнинг сифат даражалари яхшиланишига эришилади. Ушбу ҳолатларда майдаланган

вермикулит заррачалари ўзининг қавариқланиш хоссасини йўқотмаслиги муҳим амалий аҳамиятга эга, чунки агар минерал заррачалар қавариқланиш хоссасини йўқотса улар асосида ишлаб чиқариладиган материалларнинг иссиқлик физика хоссалари салбий қийматга эга бўлишига олиб келади. Олов таъсиридан самарали химояловчи таркибларни ишлаб чиқишдаги тадқиқотлар учун заррачаларининг ўлчами $160 \leq \mu\text{м}$ (1-жадвал, №6 фракция) бўлган вермикулит минералининг дисперс фракциялари танлаб олинди.

Ҳар хил дисперсликдаги вермикулит фракциялари учун оптимал шароитларни ишлаб чиқиш учун уларнинг қуйидаги термик хоссалари ўрганилди (1-расм, 2-жадвал).

Текшириш натижаларидан маълум (2-жадвал) бўлдики, кутилганидек

14

вермикулит минерали заррачаларининг ўлчамлари камайиши билан уларнинг қавариқланиш даражалари қиймати камаяди. Массанинг камайиш миқдори майда фракциялар томон ошиб боради. Қавариқланиш хоссаси энг кичик ўлчамдаги №5-фракцияда (2-жадвал) ҳам сақланиб қолди ва унинг қиймати 1,16 га тенг бўлди.

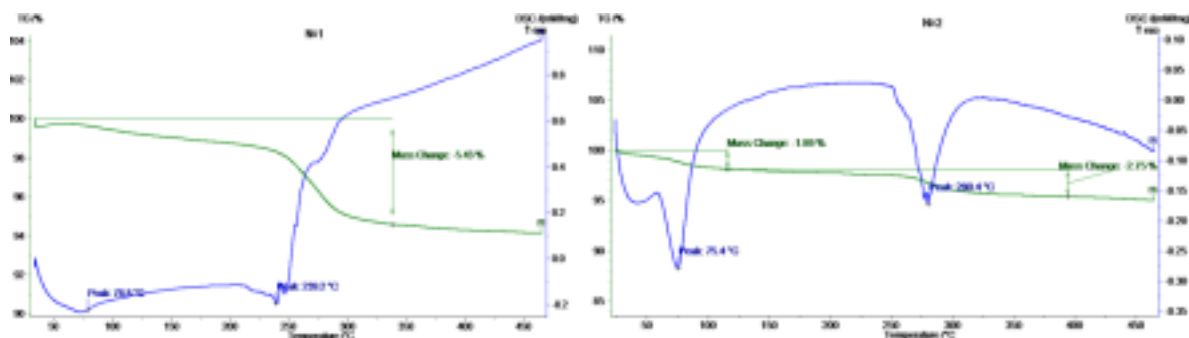
2-жадвал

ВК фракцияларига иссиқлик таъсири синовини натижалари

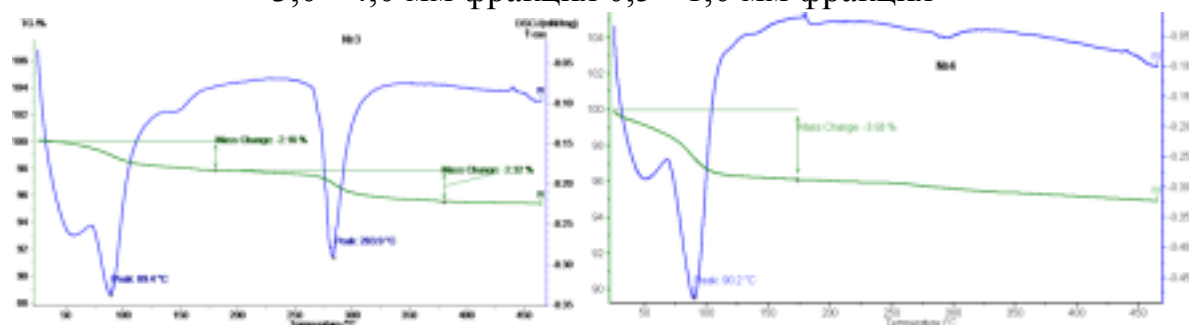
№	Фракция, мм	Масса йўқо тилиши, %	$V_{\text{синаш-ч а}}, \text{ см}^3$	$V_{\text{син-н сўнг}}, \text{ см}^3$	$\frac{V_{\text{син-н сўнг}}}{V_{\text{синаш-ча}}}$
1.	0,5-1,0	5,37	1	3,80	3,80
2.	0,25-0,50	4,87	1	3,27	3,27
3.	0,16-0,25	4,73	1	2,29	2,29
4.	$0,25 \leq$	7,35	1	1,34	1,34
5.	$0,16 \leq$	6,75	1	1,16	1,16

Изоҳ: Температура 700-750°C, вақт 60 сек

ВК ҳар хил дисперс фракциялари учун оптимал шароитларни танлаш ва термик хоссалари механизмларини тўлиқ ўрганиш учун NETZSCH STA 409 PG/PC дериватографида уларнинг дифференциал-термик анализлари ўтказилди. Текшириш натижалари диаграммалари 1-расмда келтирилган. Текширишлар очик ҳавода 500°C да 3 град/мин тезликда олиб борилди.



3,0 - 4,0 мм фракция 0,5 - 1,0 мм фракция



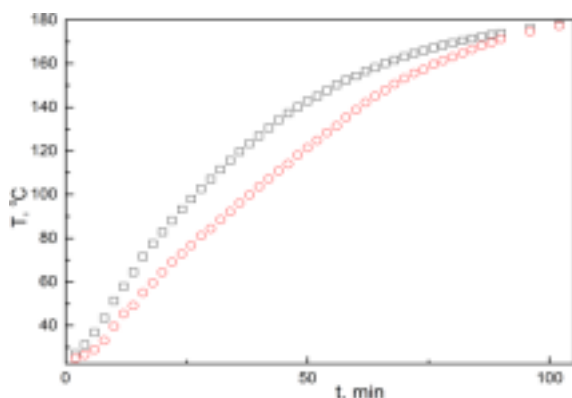
0,25 - 0,50 мм фракция 0,16 ≤ мм фракция **1 - расм. ВК фракцияларинг термограммалари**

Олинган диаграммалардан (1-расм) маълум бўлдики, дисперс фракциялар заррачалари ўлчамларининг камайиши билан қуйидаги тартибда

15

№1 - (3,0-4,0) мм, №2 - (0,5-1,0) мм, №3 - (0,25-0,50) мм ва №4 - 0,16 ≤ мм, сувнинг буғланиши ҳисобига массанинг камайиш миқдорлари мос равишда 5,43:4,64:4,48:3,93 қийматларга эга бўлади. Термограммалардаги экзотермик эффектлар интенсивлиги эса аксинча ана шу тартибда ортиб боради. №4 намунада иккинчи эндотермик эффект 280-285°C температура оралиғида деярли тўлиқ йўқолади. Ушбу ўзгаришлар шундан дарак берадики, вермикулит заррачалари майдаланиши давомида қатламлари оралиғидаги сувнинг асосий қисмини йўқотишга улгуради. №4 намунадаги иккинчи эндотермик эффектнинг йўқолиши унинг майдаланиши давомида сирт юзасининг бир неча марта ортиши натижасида фаоллигининг ортиб кетиши билан боғлиқ. Шунинг учун вермикулитларнинг майин дисперсли фракциялари таркибидаги сувни кўп миқдорини анча паст температураларда (90,2°C, 1- расм, №4 термограмма) йўқотишга улгуради.

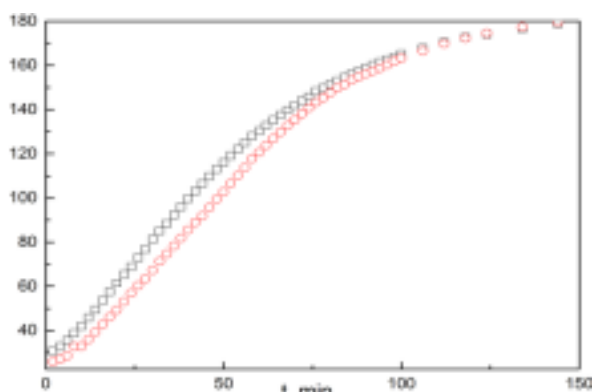
Кремний IV оксидининг аэросил (Degussa фирмаси, Германия) ва юқори дисперсли вермикулит минералининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентларини ўлчаш ва солиштириш бўйича тажрибалар ўтказилди (2 - расм).



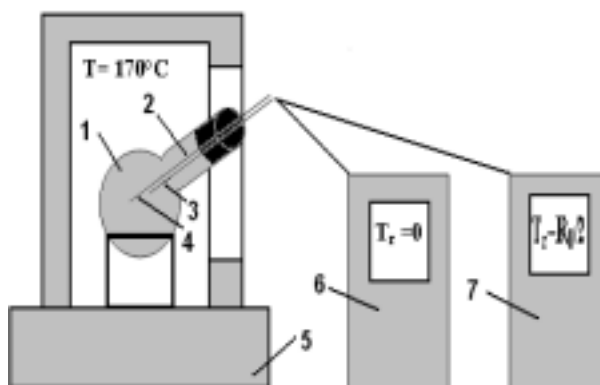
**2 - расм. Кукунли таркиблар
иссиқлик ўтказувчанлигини
ўлчаш тажрибавий қурилма
схемаси**

(□-радиуснинг ярмида, ○ - марказда)

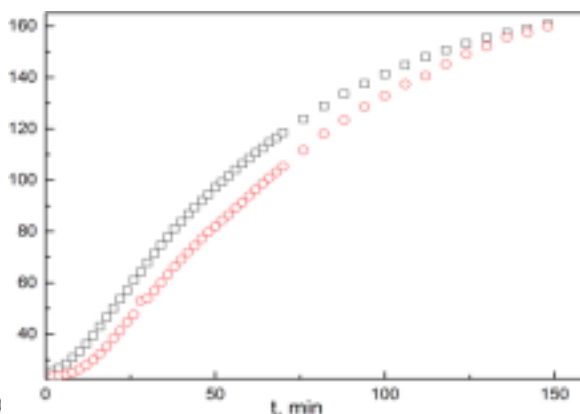
3-1 - расм. Цемент (М400) ва



**3-2 - расм. Қавариқланган
вермикулит учун ҳарорат
ўзгаришининг вақтга
боғлиқлиги**



**қавариқланган вермикулит
аралашмаси (3V:V) учун ҳарорат
ўзгаришининг вақтга
боғлиқлиги**



**3-2 - расм. Кремний IV оксиди
(SiO₂) учун ҳарорат ўзгаришининг
вақтга боғлиқлиги**

Тажрибалар Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети муҳандислик-физика факультети «Ион-плазма технологиялари ва кўп фазали тизимлар иссиқлик физикаси» лабораториясида ясалган қурилмада (2-расм) амалга оширилди.

Тажрибада $R_0 = 0,05$ м - радиусли юпқа қаватли шиша колба - (1), Кремний IV оксиди (Таркосил ва Аэросил) нанозаррачалари билан тўлдирилган колба ичига фторопластли найчада - (2) термopаралар колба марказидан $r = 0$ (3) ва $2 - r = R_0/2$ (4) масофаларда киритилган. Термopаралар билан ўлчанган натижалар (6 и 7) мультиметрлар орқали қайд қилинди. Шундан сўнг колба қиздириш қурилмасига - (5) жойлаштирилади, қурилманинг ички ҳарорати 170°C да ушлаб турилади. Тажрибаларда таркосил, аэросил ва вермикулитлар учун ҳарорат мос равишда 23, 27, и 25°C

қийматларга эга бўлди.

Олинган графиклар (3-1, 3-2 ва 3-3 - расмлар) асосидаги ҳисоблашлар натижасида текширилган кукукли аралашмалар иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари қуйидаги қийматларга эга бўлди:

Таркосил – $\lambda = (2,67 \pm 0,03) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Аэросил – $\lambda = (3,25 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Вермикулит – $\lambda = (44 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

Аниқланган иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентлари кремний IV оксидлари (Таркосил ва Аэросил) ва вермикулит учун оддий шиша материалига нисбатан кичик қийматга эга бўлди ($630 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) ва буни ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти қиймати ($24 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) билан солиштириш мумкин бўлди. Бу эса ушбу материалларнинг иссиқликни яхши изоляциялаш хоссасига эга эканлигидан дарак беради.

Диссертациянинг «**Оловдан ҳимояловчи таркибларни ишлаб чиқиш ва уларнинг олиш технологияси**» деб номланган учинчи бобида янги модификацияланган вермикулитлар, натрийли суюқ шиша асосида янги таркибли боғловчиларни олиш, текшириш ва улар асосида янги таркибли оловдан ҳимояловчи материаллар ишлаб чиқиш ҳақида маълумотлар келтирилган.

Ҳар хил реагентларнинг вермикулит минерали турли фракцияларининг физик ҳолати ва термик хоссаларига таъсирлари ўрганиб чиқилди. Бунда вермикулитларга ишлов беришда янги икки хил усулдан фойдаланилди.

Биринчи усулда, вермикулитларга ишлов бериш қуйидаги кетма кетликда амалга оширилди. Таҷрибалар учун ВКнинг $160 \leq \text{мкм}$ фракцияси танлаб олинди. Бунга сабаб ушбу кичик ўлчамли заррачалар фракцияларида ҳам вермикулит минерали ўзининг каварикланиш хоссасини йўқотмайди. Бу усулда ишлов беришда кимёвий реагентларнинг 0,1%, 1%, 3%, 5%, 7%, 50% тўйинган эритмаларидан фойдаланилди. ВКга ишлов бериш оддий хона шароитида бир неча кун давомида амалга оширилди. Бунда ВКнинг модификатор эритмаси билан 1/3 нисбатдаги арашмаси 120 кун давомида даврий равишда аралаштириб турилган ҳолда ишлов бериш жараёни амалга оширилди.

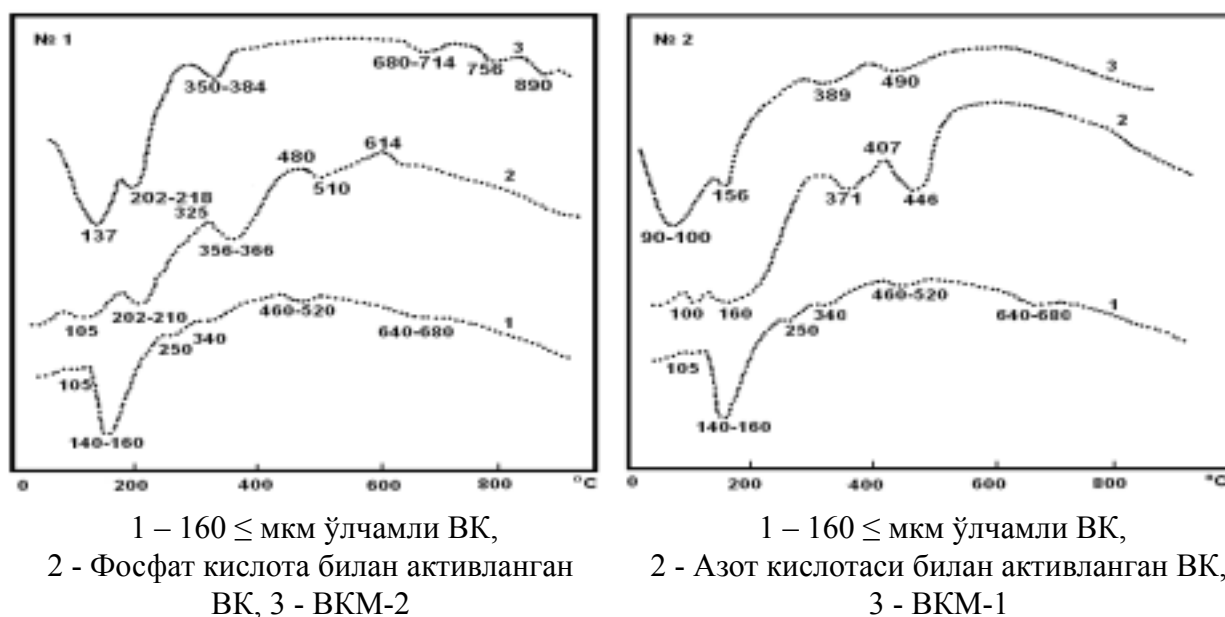
17

Иккинчи ишлов бериш усулида танлаб олинган ВК фракцияси икки босқичли модификацияга учратилди. Дастлаб биринчи босқичда ВК фракцияси кучли минерал кислотлар (HNO_3 , H_3PO_4) ва иккинчи босқичда эса ишқорий модификаторлар (Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 , NaOH ёки NH_4OH) билан ишлов берилди. Ушбу жараёнларда ВКМ-1 ва ВКМ-2 деб номланган мос равишда нисбатан паст ҳароратда каварикланувчи вермикулит ва нисбатан юқори ҳароратда каварикланувчи вермикулит турлари олинди.

Сўнгра янги модификацияланган вермикулитларнинг намуналари турли хил шароитларда термик таъсирларга учратилди. Уларнинг каварикланиш даражалари 600°C ҳароратда 5 дақиқа давомида термик ишлов бериш

натижасида ҳажмларининг синашгача ва синашдан кейинги ўзгаришларидаги нисбатига кўра аниқланди.

Вермикулит минералини модификациялашда фойдаланилган реагентларнинг кам фоизли (0,1%) ва юқори фоизли (50% ва ундан кўп) эритмалари билан ишлов берилиши натижасида олинган намуналарида қавариқланиш даражаларида сезиларли ўзгаришлар содир бўлмади. Реагентларнинг ўрта фоизли (5 и 7%) эритмалари билан ишлов берилган вермикулит минерали намуналарида қавариқланиш даража қийматлари дастлабки ишлов берилмаган вермикулит минералига қараганда сезиларли тарзда ошди (1,16 дан 1,80-2,00 гача). Синовлар натижасида олинган ушбу натижалар кейинги босқичдаги тажрибаларда вермикулит минералини реагентларнинг ўртача фоизли эритмалари билан ишлов берилган намуналарини ишлатиш мақсадга мувофиқ эканлиги аниқланди. Ушбу модификациялаган вермикулитлар ва улар асосида ишлаб чиқилган таркибларнинг самарали дифференциал-термик анализ текширувлари натижасида ҳам ўз тасдиғини топди (4-расм).

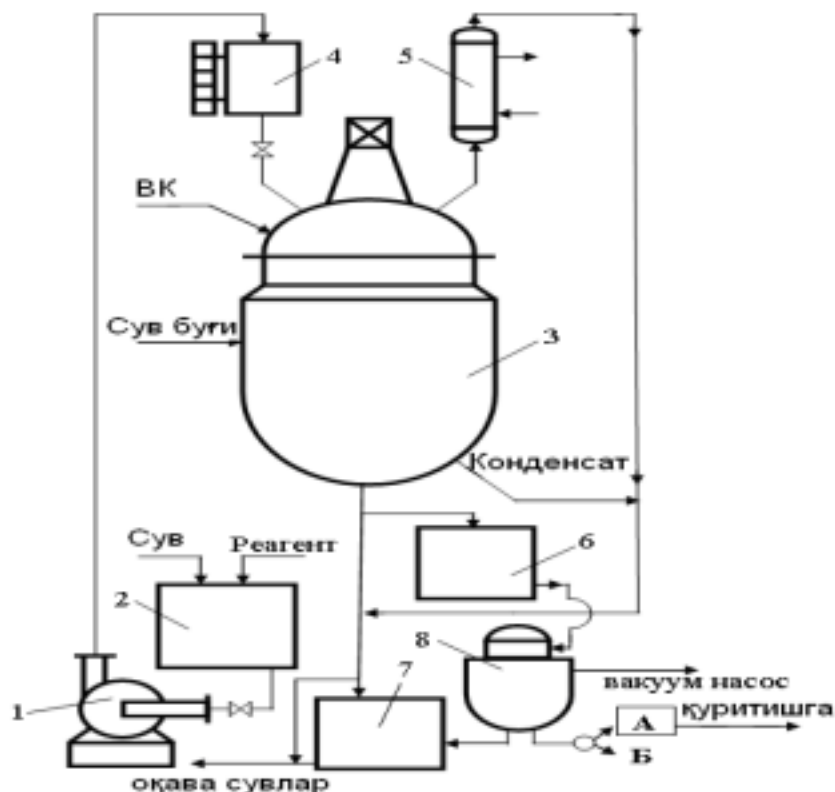


4 - расм. Активланган ва модификацияланган вермикулитлар термограммалари

Вермикулит минералини модификациялашнинг самарадорлигини баҳолаш учун уларнинг термик хоссалари ўрганилди (4-расм). Текшириш натижалари термограммаларидан қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин: Оловдан ҳимояловчи қопламаларнинг таркибида активланган ва модификацияланган вермикулитларнинг бўлиши уларнинг ёнғин вақтида антипиренлик хоссаларини янада фаолроқ бўлишини таъминлайди. Келтирилган термограммалардаги 100-200°C, 300-500°C ва 600-900°C ҳароратлар оралиғида сувнинг буғ шаклида чиқиб кетишидан ҳосил

бўладиган ғоваклар ҳисобига ишлаб чиқилган таркибларнинг оловдан ҳимояловчи хоссалари яхшиланган.

Лаборатория синовлари натижалари асосида Тебинбулоқ вермикулитининг активланган ва модификацияланган янги турларини олиш технологияси ишлаб чиқилди (5-расм). Мазкур технология ёрдамида вермикулит минералининг янги хоссаларга эга қуйидаги турларини ишлаб чиқариш мумкин: нисбатан паст ҳароратда қавариқланувчи вермикулит, нисбатан юқори ҳароратда қавариқланувчи вермикулит ва гидрофоб вермикулитлар.



5 - расм. Активланган ва модификацияланган вермикулитларнинг олиш технологияси

Ушбу (5-расм) технология қуйидаги асосий таркибий қисмлардан иборат: 1- суюқ компонентларни реакторга ҳайдаш қурилмаси (насос); 2 - ишлов бериш учун ишлатилувчи реагентлар (HNO_3 , H_3PO_4 , Na_2SiO_3) эрималарини тайёрлаш учун сиғим; 3- реактор; 4 - ўлчов асбоби; 5 - совутгич; 6 - оралиқ сиғим; 7 - оқова сувлар учун сиғим; 8 - фильтр.

19

Технология бўйича вермикулитларга ишлов бериш қуйидаги кетма кетликда амалга оширилади:

Керакли ҳажм ва фоизлардаги модификаторлар эритмалари 2 - сиғимда тайёрланади. Тайёрланган модификатор эритмаси насос (1) ёрдамида реакторга (3) ҳайдалади. Шундан сўнг вермикулит минералининг майин дисперсли фракциясидан кичик ҳажмдаги порциялар миқдорида аралаштириб турилган ҳолда реакторга (3) юкланади. Ишлов бериш

жараёнида реактордаги ҳарорат 60-70°C ташкил қилади. Ишлов бериш вақти 12 соатни ташкил этади. Ишлов бериш тугагандан сўнг олинган аралашма реактордан даврий равишда аралаштириб турилган ҳолда ва аралаштириш тўхтатилган вақтлар оралиғида кичик ҳажмдаги порциялар миқдорида оралик сиғимга (6) юклаб олинади ва ушбу аралашма филтрланади (8). Филтрлаб олинган масса куриштишга юборилади.

Ушбу технология бўйича олинган вермикулитлар тадқиқотнинг кейинги босқичларида олов ва иссиқлик таъсиридан самарали ҳимояловчи материалларнинг янги унумли таркибларни ишлаб чиқишда қўлланилади.

Диссертациянинг «**Қурилиш материаллари ёнғин хавфсизлигига ишлаб чиқилган оловдан ҳимояловчи таркиблар таъсирлари**» деб номланган тўртинчи боби ишлаб чиқилган таркибларнинг оловдан ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш, уларнинг ёғоч ва металл қурилиш материалларининг асосий ёнғин-техник тавсифларига таъсирини тадқиқ қилишга бағишланган.

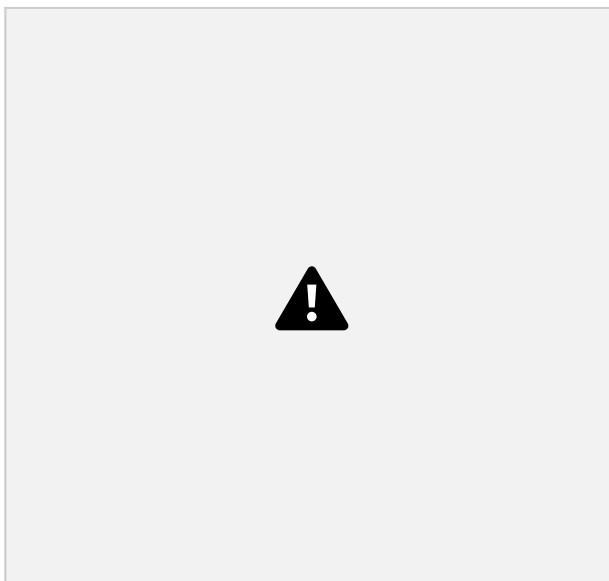
Ёнғин хавфсизлиги соҳаси меъёрий ҳужжатлари талабларига асосан металл конструкциялар учун критик температура яъни металл конструкция ўзининг мустаҳкамлигини йўқотадиган температура 500°C ташкил этади. Металл конструкцияларнинг ушбу хоссасини ҳисобга олган ҳолда синов тажрибалари ўтказилди.

Янги ишлаб чиқилган 20 масс. % модификацияланган ВК, 20 масс. % каварикланган вермикулит, 20 масс. % каолин, 30 масс. % натрийли суюқ шиша концентрати ва 10 масс. % гача (адгезия кучайтирувчи, механик хоссаларни яхшиловчи толасимон материал, совуқ ҳарорат ва атмосфера таъсирига чидамлилиқни оширувчи қўшимчалар) қўшимчалардан иборат таркибли қопламаларнинг металл юзасини оловдан ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш тажрибалари ўтказилди. Синовлар 6 - схематик расмда кўрсатилган қурилма бўйича ўтказилди. Бунда оловдан ҳимояловчи қоплама билан қопланган металл юзасига 150 дақиқа давомида стандарт олов оқими таъсир қилдирилди. Бу вақт давомида металл пластинканинг ҳимояланмаган иккинчи юзасидаги ҳарорат кўрсаткичлари хромель-алюмель термопараси ёрдамида ўлчаб борилди.

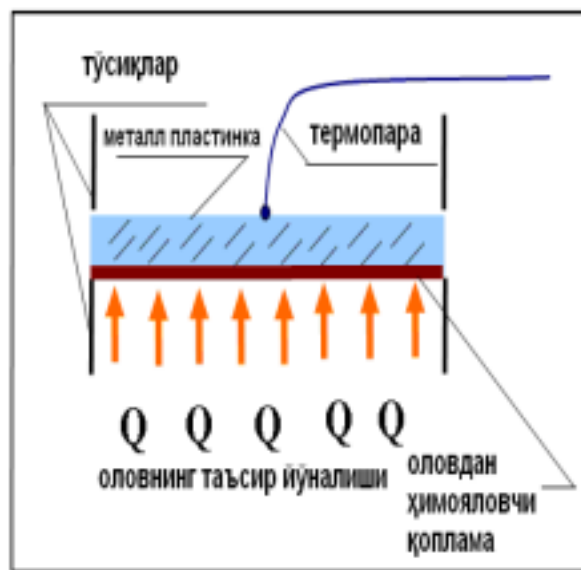
Ушбу янги таркибли қопламаларнинг металл юзасини оловдан ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш синовлари қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилди. Тажрибаларда (6-расм) 100 см² юзали ва 1,2 см қалинликдаги металл пластикадан фойдаланилди. Металл пластинканинг бир томони юқорида келтирилган оловдан ҳимояловчи таркиб билан қоплангандан сўнг 2 соат вақт давомида 860-900°C даражадаги иссиқлик

20

оқими таъсир қилдирилди. Тажрибанинг моҳияти, металл пластинканинг қоплама билан қопланган юзасига иссиқлик оқимини таъсир қилдириб металл пластинканинг ҳимояланмаган иккинчи томонидаги ҳароратни ўлчаш орқали қопламанинг оловдан ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш. Ўтказилган тажрибалар бўйича қуйидаги (7-расм) натижалар олинди:



6 - расм. Қопламаларнинг металл юзасида оловдан химоялаш самарадорлигини ўлчаш тажриба схемаси



7 - расм. Қопламаларнинг металл юзасида оловдан химоялаш самарадорлигини ўлчаш тажрибалар натижаси

Металл пластинканинг химояланмаган юзасидаги ҳарорат 90 дақиқа ва ундан ортиқ вақт мобайнида критик температура 500°C ҳароратга етмай турди. Ушбу натижа ишлаб чиқилган оловдан химояловчи таркибнинг металл юзаларида ҳам юқори самандорликка эга эканлигидан дарак беради.

Расмдаги 1 - эгри чизиқ химояланмаган металл пластинканинг кўрсаткичи, 2 ва 3 - эгри чизиқлар янги ишлаб чиқилган оловдан химояловчи таркиблар асосидаги мос равишда 0,12 см ва 0,25 см қалинликдаги қопламалар билан қопланган металл пластинкаларни қиздириш натижалари келтирилган. Тажрибанинг дастлабки 15-20 дақиқасида 1 ва 2 - эгри чизиқлар кўрсаткичлари орасидаги фарқ $55-60^{\circ}\text{C}$ ҳароратни ва 1 ва 3 - эгри чизиқлар орасидаги фарқ $130-135^{\circ}\text{C}$ ҳароратни ташкил қилди. Ушбу кўрсаткичлар орасидаги фарқ 150 дақиқа вақт давомида ўзгармасдан қолди. Ўтказилган тажрибалар натижасида синалган қопламаларнинг металл юзасини химоялаш вақти 90 дақиқагача етиши аниқланди. Икки соат вақт давомидаги оловнинг таъсири натижасида металл пластинканинг химояланган қопламали юзасида ҳеч қандай салбий ўзгариш (ёриқлар, химоя қатламининг ажаралиб тушиши) ҳолатлари аниқланмади.

Ушбу тажрибаларда оловдан химояловчи янги таркиблар асосидаги қопламаларнинг 0,10 см дан 0,25 см гача қалинликдаги намуналари текширилди. Қопламаларнинг $\approx 0,25\text{ см}$ қалинликдаги намуналарида металл

пластинканинг ҳарорати химояланмаган металл пластинкага нисбатан 135°C га кам бўлишига эришилди. Тажрибалар натижасида ушбу оловдан химояловчи қопламаларнинг нисбатан кичик қалинликдаги қийматларида

(0,20-0,25 см атрофида) ҳам металл юзасига таъсир қилувчи иссиқлик оқимини сезиларли даражада камайитириш хусусиятига эга эканлиги аниқланди.

Кейинги босқич тажрибаларида янги оловдан ҳимояловчи таркибларнинг давлат стандартлари талаблари асосида ёғоч материаллари учун самаралилиги текширилди. Ушбу тажрибаларнинг моҳияти оловдан ҳимояловчи таркиблар билан қопланган стандарт ўлчамдаги (3х6х15 см) ёғоч намуналарининг олов таъсирида синашгача ва синашдан сўнг намуналар массасининг камайиш миқдорларини қайд қилиш орқали амалга оширилди. Ҳимояловчи таркиблар билан қопланган ёғоч намунасининг массаси синашгача ва синашдан сўнг қанча фоизга кам ўзгариши қопламанинг самарадорлигидан дарак беради.

Қуйидаги таркибли (масс. %): 1 - ВК 15%, қавариқланган вермикулит 15%, каолин 10%, суюқ шиша концентрати 60%; 2 - ВКМ-1 - 15%, ВКМ-2 - 15%, қавариқланган вермикулит 20%, каолин 10%, суюқ шиша концентрати 40%; 3 - ВКМ-1 - 10%, ВКМ-2 - 10%, қавариқланган вермикулит 25%, каолин 15%, суюқ шиша концентрати 40% қопламаларнинг ёғоч намуналарини оловдан ҳимоялаш хоссалари текширилди (3-жадвал).

3-жадвал

Суюқ шиша асосида олинган қопламаларнинг оловдан ҳимоялаш самарадорликларини ўлчаш натижалари

№	Намуна массаси, <i>m</i> , гр.		Ҳарорат, °C		Масса йўқотилиш и, Δm		Изоҳ
	Синаш гача	Синаш дан сўнг	$T_{\text{бош.}}$	$T_{\text{охирги.}}$	гр	%	
1	ча 144,2	134,4	202	334	9,8	6,8	ёнмади
2	чача 140,4	135,9	201	316	4,5	3,2	ёнмади
3	142,6	134,1	201	326	8,5	5,9	ёнмади

Изоҳ: 1) Оловни намунага таъсир қилиш вақти 2 дақиқа; 2) Жадвалда ҳар бир таркиб учун 10 тадан намуналарни текшириш натижаларининг ўртача қийматлари келтирилган.

Текшириш натижаларидан (3–жадвал) маълумки бўлдики, 1, 2 ва 3 - рақамли оловдан ҳимояловчи таркиблар билан ишлов берилган ёғоч намуналарининг барчасида қопламалар I гуруҳ оловдан ҳимоялаш юқори самарали эканликларини кўрсатди (ёғоч намуналари массанинг камайиш миқдори 9 фоиздан кам). Ушбу тажрибалар натижалари янги ишлаб чиқилган қоплама таркиблари ёғоч қурилиш материалларини оловдан самарали

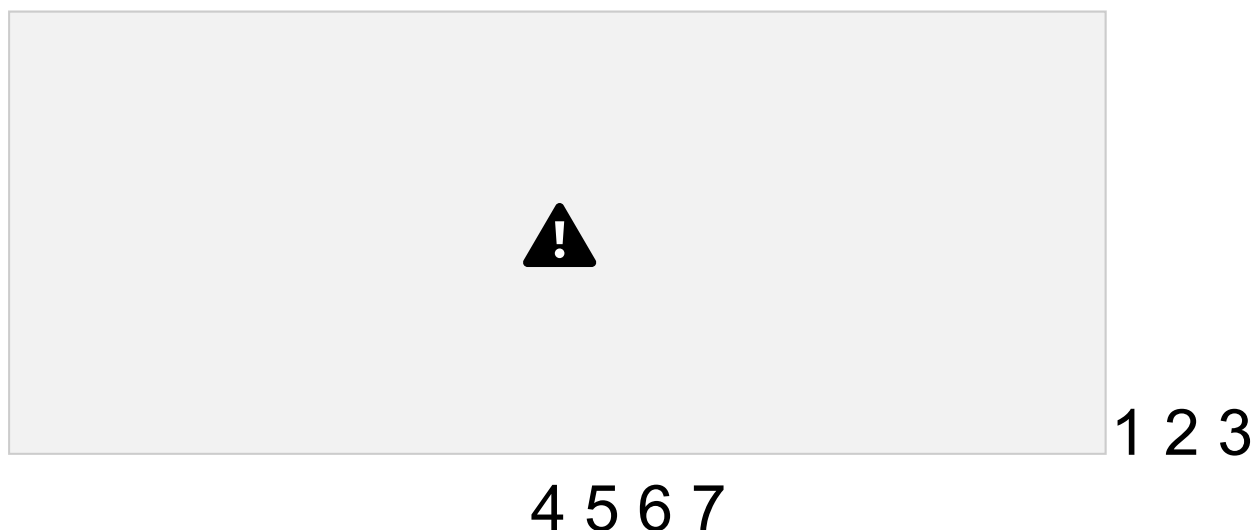
ҳимоялаш хоссасига эга эканликларини тасдиқлади. Айниқса, таркибида модификацияланган вермикулитлар бўлган 2 ва 3 - рақамли оловдан ҳимояловчи таркиблар энг кам масса йўқотиш қийматига эга бўлди, бу эса ушбу таркибларнинг ёғоч қурилиш материаллари учун юқори

22

самарадорликка эга эканлигини билдиради.

Кейинги босқичда яъни 90x55x25 мм ўлчамдаги ёғоч намуналарида ишлаб чиқилган оловдан ҳимояловчи таркибларнинг самарадорлигини баҳолаш синовлари ўтказилди. Тажрибалар учун янги таркибли оловдан ҳимояловчи бўёқ намуналари олинди. Булар: таркибида 8-10% дан 95% гача миқдорда қўшимча тўлдирувчилари бўлган «ўтга чидамли иссиқдан сақловчи тўлдирувчи» + «боғловчи компонент» + «полимер компонент» турдаги таркиблар. Ушбу таркибларда ўтга чидамли иссиқдан сақловчи тўлдирувчилар сифатида ВК нинг 40-160 мкм фракцияси, 40–80 мкм ўлчамли қавариқланган вермикулит фракцияси ва 40-80 мкм ўлчамли каолин фракцияларидан фойдаланилган.

Полимер компонент сифатида фойдаланишга яроқли алкид бўёқ материали билан янги оловдан ҳимояловчи таркибларни 1:1 нисбатларда аралаштирилиб олинган қуйидаги, ёғоч намуналарида юқори ҳароратларда (750-800°C) қиздириш қурилмасида (Снол) синовлардан ўтказилди. Синовлар учун оловдан ҳимояловчи таркиблар алкид бўёғи билан 1:1 нисбатларда аралаштирилиб олинди: 1) каолин 10% + суюқ шиша 90%; 2) қавариқланган вермикулит 42 % + ВК 8% + суюқ шиша 42% + каолин 8%; 3) ВК 95% + суюқ шиша 5%; 4) ВК 75% + суюқ шиша 25%; 5) ВК 50% + суюқ шиша 50%; 6) ВК 10% + суюқ шиша 90%; 7) суюқ шиша 50% + бентонит 40% + ВК (8-расм).



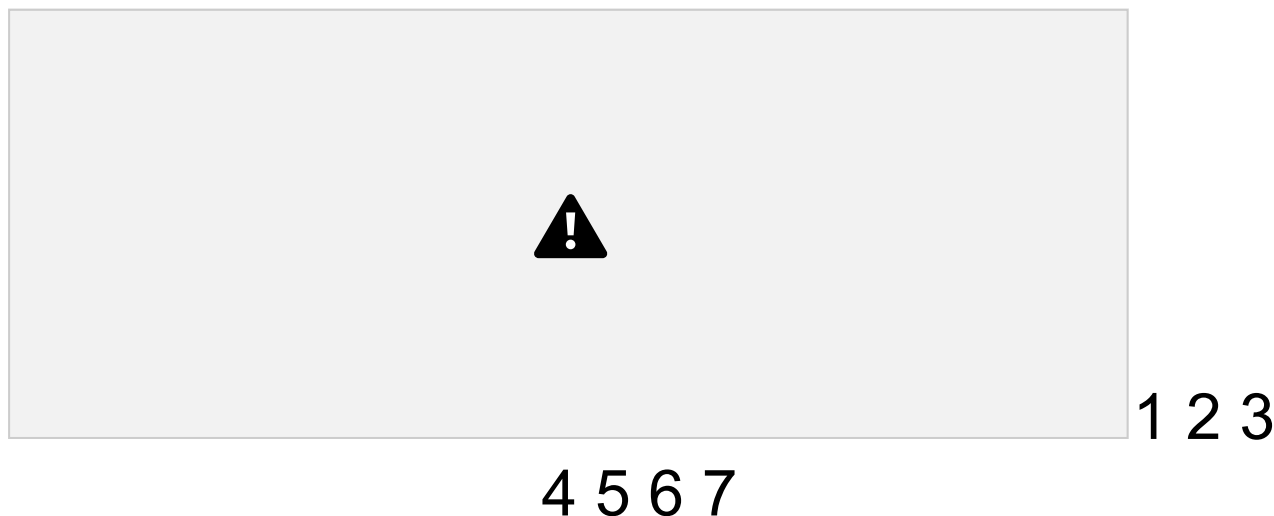
8 - расм. Оловдан ҳимояловчи таркиблар билан ишлов берилган ёғоч намуналари (синашгача)

Синовлар давомида ёғоч намуналарида қуйидаги ўзгаришлар кузатилди: Синов вақтининг 7-8 дақиқаларида иссиқлик ёғочнинг ички қисми асосигача етиб боради ва бунда ажралувчи газлар ҳарорати 165-170°Cга етади.

Таркибида 95% ВК бўлган таркиб (8-9 расмлар №3) 750°Сда 486 сония давомида (8 дақиқадан ортиқ) ва таркибида 75% ВК бўлган таркиб (8-9 расмлар №4) 424 сония (7 дақиқагача) вақт мобайнида салбий ўзгаришларга учрамади. Тажрибаларда давомида намуналар синовининг 1-2 дақиқаларида қопламанинг қавариқланиш жараёнлари содир бўлиш ҳолатлари кузатилди, кейинги 2-3 дақиқаларда эса намуналар ташқи кўринишида сезиларли ўзгаришлар кузатилмади ва синовларнинг

23

7-8 дақиқасидан кейингина намуналар ташқи кўринишида куйиш ҳолатлари кузатилди (8-9 расмлар).



9 - расм. Оловдан ҳимояловчи таркиблар билан ишлов берилган ёғоч намуналари (синашдан сўнг)

Таркибида 8-10% ВК тутган таркиблар билан ишлов берилган намуналарда синаш вақтининг 3-4 дақиқаларидан бошлаб куйиш ҳолатлари кузатилди (№2). 550°С гача бўлган ҳароратда 3 дақиқа вақт давомида таркибида фақат каолин бўлган таркиб билан ишлов берилган (№1) намуна ва таркиби асосан суюқ шиша ва бентонидан иборат бўлган таркиб билан ишлов берилган ёғоч (№7) намуналарида куйиш ҳолатлари кузатилди.

4-жадвал

Оловдан ҳимояловчи таркиблар билан қопланган 90x55x25 мм ўлчамли ёғоч намуналарини синов натижалари

№	Намуна массаси, гр.		Масса йўқотилиши		Ажралиб чиқувчи газлар ҳарорати °С	Синалувчи ёғоч намуна ҳолати
	Синов гача	Синов дан кейин	Δm	%		
0	106,8	89,7	17,1	16	185-188	Ёнишга учради

1	118,4	110,1	8,3	7,0	170-175	Очиқ ҳавода ёнди
2	122,0	111,2	10,8	8,8	177-180	Ўзгариш кам
3	139,8	137,0	2,8	2,0	150-155	Ўзгариш кам
4	109,8	104,3	5,5	5,0	145-157	Ўзгариш кам
5	121,6	117,8	3,8	3,0	145-155	Ўзгариш кам
6	137,2	129	8,2	6,0	170-172	Ўзгариш кам
7	129,4	117,8	11,6	9,0	178-180	Куйишга учради

Изоҳ. Ҳарорат 700-750 °C

24

Шунингдек синов натижаларидан (4-жадвал) маълум бўлдики ишлов берилмаган ёғоч намунасида (№0) ажралиб чиқувчи газларда энг юқори ҳарорат қимати (185-188 °C) кузатилди. Ёғочнинг ушбу ишлов берилмаган намунасида синаш вақтининг 120 - сонияларида ёниш жараёни бошланди ва синов якунида намуна оғирлигининг 16 фоизини ни йўқотди. Синалган ёғоч намуналаридаги энг яхши натижалар №3, №4 ва №5 таркибларда кузатилди. Ушбу таркиблар билан ишлов берилган ёғоч намуналарида 5-6 дақиқа вақт давомида ажралиб чиқувчи газларнинг ҳарорати энг кам қийматларга 145-155°C эга бўлди ва ёғоч намунасида камайган оғирлик миқдори энг кичик қийматга эга бўлди (2 дан 5 фоизгача).

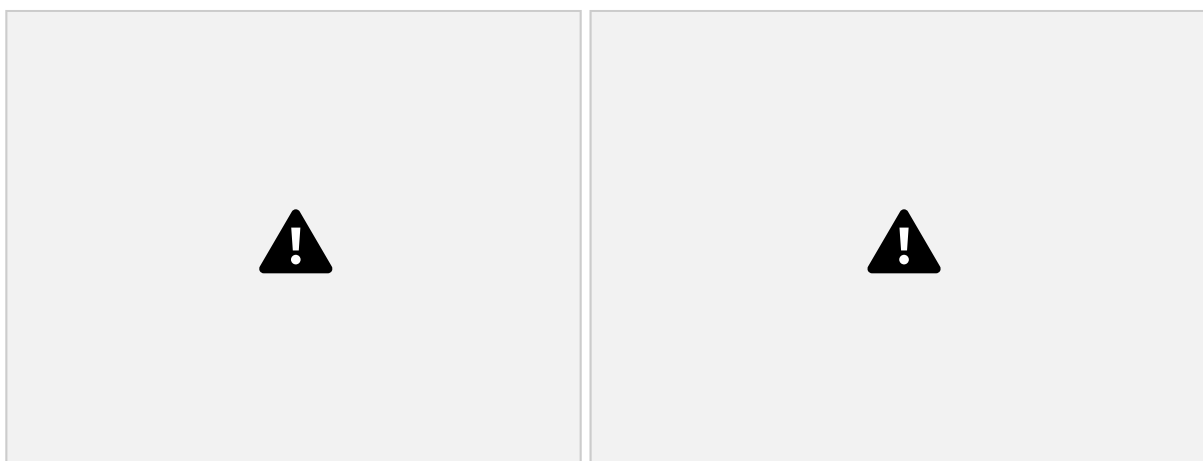
Диссертациянинг «**Био ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи янги воситаларни ишлаб чиқиш**» деб номланган бешинчи боби био ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи янги воситаларни (иссиқдан сақловчи материаллар ва ўт ўчириш таркиблари) ишлаб чиқиш ва уларнинг асосий хоссаларини ўрганишга бағишланган.

Ультратовуш таъсирида вермикулит минералининг турғун суспензиялари олинди. Фоиз қийматларда суюқ ва қаттиқ муҳитлар мос равишда куйидаги нисбатларни ташкил қилди: 99,522 - 98,140 % ва 0,478 - 1,860 %. Суюқ муҳит сифатида сув ишлатилди. Ультратовуш билан ишлов бериш вақти 0,4 дан 3 гача соатни ташкил этди. pH - муҳитнинг ультратовуш билан ишлов бериш самарадорлигига таъсирлари ўрганилди. Бунда pH оралиғи 3-4 дан 9-10 гачани ташкил қилиб кислотали ва ишқорий муҳитлар ультратовушнинг майдалаш самарадорлигини ошириши аниқланди. Текширишларда суюқ ва қаттиқ компонентлар нисбати, муҳитнинг pH қиймати ва ультратовушнинг таъсир қилиш вақти ва бошқа параметрларга боғлиқ равишда узок вақт давомида чўкмайдиган вермикулит минералининг турғун суспензияларини олиш мумкинлиги аниқланди. Бир йил давомидаги кузатишларга қараганда ушбу суспензиялар ўз турғунлигини сақлаб қолди.

Тадқиқотларнинг кейинги боқичларида ушбу суспензиялар суюқ ва кукунли ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқишда асос бўлиб хизмат қилди. Олинган вермикулит суспензиялари SolverNEXT (Россия) микроскопида тадқиқ қилинди (10-расм). Текширишларда ушбу суспензияларда нано ўлчамдаги заррачалар борлиги аниқланди. Вермикулит минерали асосида олинган ушбу нанозаррачалар юзасининг топографияси ва заррачаларнинг ўлчамлари бўйича тақсимланишини кўрсатувчи фоторасмлар олинди. Нанозаррачалар юзасининг топографиясидан (10-расм, чапда) маълумки, баландлиги - h бўйича заррачалар ўртача 250 нм ўлчамга эга. Иккинчи (10 - расм, ўнгда) расмда заррачаларнинг ўлчамлари 50 дан 400 нанометр оралиғида эканлигини кўришимиз мумкин. Энг кўп 250†300 нм ўлчам оралиғидаги нанозаррачаларни ташкил қилди.

Ушбу юқори дисперсли ва нанозаррачали суспензияларни олишдан мақсад, уларни қурилиш материалларининг ёнувчанлигига таъсирларини тадқиқ қилиш ва улар асосида янги ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқишдан иборат.

25



10 - расм. Вермикулит минерали асосида олинган нанозаррачалар юзасининг топографияси (чапда) ва заррачаларнинг ўлчамлари бўйича тақсимланиши (ўнгда)

Тадқиқот мобайнида суюқ ҳолатдаги ўт ўчириш таркиблари самадорлигини баҳолашда ишлатиш учун қўшимча кўрсаткич ва ушбу кўрсаткични аниқлаш усули ишлаб чиқилди. Тажрибалар учун «Керамик қувур» қурилмасидан фойдаланилди. Суюқ ўт ўчириш таркиблари самадорлигини ўлчаш учун дастлаб оддий сув билан шимдирилган ёғоч намунаси, кейин синалувчи таркибнинг суспензияси билан ишлов берилган ёғоч намунаси «Керамик қувур» да ёндирилади. Сув ва суспензия билан ишлов берилган ёғоч намуналарининг ёниш бошланиш вақтларининг қийматлари ўзаро солиштирилади. Иккала намунанинг ёниш бошланиш вақтлари орасидаги фарқнинг сон қиймати ёки уларнинг нисбати синалувчи суюқ таркибнинг самадорлиги қанчалик қийматга эга эканлигини билдиради.

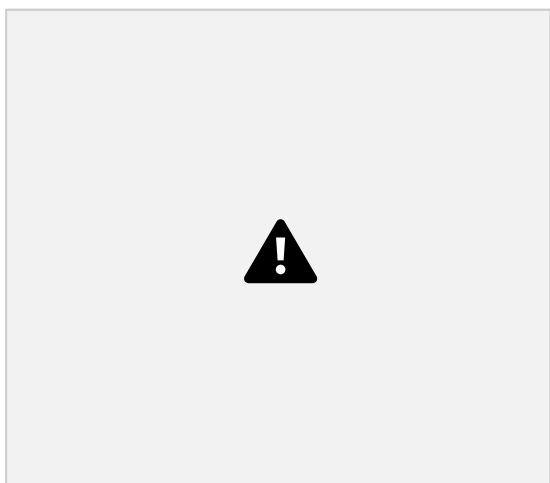
Қуйида бентонит - 387,1 гр, сув 600 гр, натрий гидрокарбонат 67,1 гр,

майин дисперсли кавариқланган вермикулит 36,6 гр ($160 \leq \text{мкм}$) таркибли ва вермикулит минерали нанозаррачалари бор бўлган суспензияларининг синов натижалари келтирилган (11-расм). Расмда №1 эгри чизик оддий сув билан ишлов берилган ёғоч намунаси, №2-1 ва №2-2 эгри чизиклар мос равишда юқорида келтирилган суспензиялар билан ишлов берилган ёғоч намуналарининг кўрсаткичлари келтирилган.

№2-1 ва №2-2 ёғоч намуналари (11-расм) кўрсаткичларини солиштиришлардан маълум бўлдики, нанозаррачали суспензияларнинг 1,5-2,0 мартагача ораликдаги кам миқдорлари билан оддий юқори концентрацияли суспензияларнинг натижаси (№2-1 намуна) билан деярли бир хил натижасига эришиш мумкин. Бу эса вермикулит минералининг юқори дисперсли ва нанозаррачали суспензиялари билан самарали ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқиш мумкинлигини тасдиқлайди.

Шунингдек, тадқиқотда вермикулит минерали асосида икки хил турдаги иссиқдан изоляцияловчи ўтга чидамли материаллар янги таркиблари ишлаб чиқилди. Мазкур материаллар қуйидаги асосий таркибий қисмлардан ташкил топган: майин дисперсли ВК, янги таркибли гидрофоб вермикулити,

26



11

-расм. Ажралиб чиқаётган газлар ҳароратининг вақтга боғлиқлиги
натрийли суюқ шиша, толасимон материаллар (шоли поясидан олинган

ишлаб чиқилган материаллар энг кам тутун ҳосил қилиш даражасига эга бўлиб ёнмайдиган материаллар гуруҳига киради. Ушбу натижалар ишлаб чиқилган иссиқдан изоляцияловчи материалларнинг юқори ёнғинга хавфсизлик даражасига эга эканлигини тасдиқлайди.

антипиренли таркиб билан ишлов берилган толасимон материал, микрокристаллик целлюлоза), ғовакли инерт компонентлар (SiO_2 - силикагел ёки микрокремнезем) ва ортофосфат кислотаси. Янги иссиқдан сақловчи материалларнинг намуналари физик техник ва ёнғин-техник хоссалари бўйича текширувлардан ўтказилди. Текширув натижасига кўра, олинган намуналар давлат стандартлари талабларига жавоб берувчи физик-механик ва ёнғин-техник хосаларга эга эканлиги аниқланди. 12.1.044-89 давлат стандарти бўйича,

ХУЛОСА

«Маҳаллий минерал хомашёлар асосида ўтга чидамли қоплама ва теплоизоляция тўлдирувчилар яратиш» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Тебинбулоқ вермикулитининг ҳар хил дисперсликдаги фракцияларини акустик майдон ва кимёвий реагентлар таъсирларидаги майдаланиш жараёнлари механизмлари ва уларни олишнинг янги самарали усули ишлаб чиқилди. Вермикулит минералининг хоссалари ва унинг заррачалари ўлчамларига узвий боғлиқлиги асосида дисперсланган вермикулит минералининг термик ва теплофизик хоссалари, жумладан қавариқланиш даражаси, иссиқлик ўтказувчанлиги ҳамда термограммаларидаги эндотермик эффектларнинг ҳосил бўлиш каби жараёнлар механизмлари ишлаб чиқилди. Дисперслик даражасига боғлиқ равишда вермикулит минералининг иссиқлик физикаси ва термик жараёнлари механизмларини ишлаб чиқиш минерал хомашёлар асосидаги олов ва иссиқлик таъсиридан ҳимояловчи таркиблар самарадорлигини олдиндан баҳолаш имкониятини беради.

2. Ҳар хил дисперсликдаги вермикулитлар ва улар асосидаги кукунли таркибларнинг термик ва олов таъсиридан ҳимоя қилиш самарадорлиги уларнинг термограммаларидаги эндотермик эффектларга боғлиқликлари аниқланди. Минералнинг термик эффектларга таъсир қилиш орқали вермикулит минерали ва унинг асосидаги таркибларнинг термик ва теплофизик хоссаларини бошқариш усули ишлаб чиқилди.

3. Вермикулит минералининг юқори дисперсли заррачалари асосидаги ғовакли дисперс системалар учун математик модели яратилди.

27

4. Икки босқичли ишлов бериш орқали вермикулит минералининг термик ва теплофизик хоссаларига таъсир қилишнинг янги усули ишлаб чиқилди. Бунда биринчи босқичда вермикулитга кучли ортофосфат (H_3PO_4) ва азот (HNO_3) кислоталари таъсир қилдирилади ва иккинчи босқичда ишқорий реагентлар билан ишлов берилади. Ушбу янги усул вермикулит минерали ва унинг асосидаги оловдан ҳимояловчи таркибларнинг қавариқланиш температуралари қийматларига таъсир қилиш ва керакли томонга ўзгартириш имкониятини беради.

5. «Тебинбулоқ» вермикулити асосида хоссалари яхшиланган янги вермикулитлар ишлаб чиқилди. Булар қавариқланиш температураси нисбатан пастроқ бўлган вермикулитлар, қавариқланиш температураси нисбатан юқори вермикулитлар, гидрофоб вермикулит ва ғоваклиги яхши сақланган вермикулитлардир. Ушбу хоссаси яхшиланган вермикулитлар асосида янги олов ва иссиқлик таъсиридан самарали ҳимояловчи материаллар ва ўт ўчириш таркиблари ишлаб чиқилди.

6. Биринчи марта активланган ва модификацияланган вермикулитлар ёғоч ва металл қурилиш материалларини олов таъсиридан ҳимояловчи таркиблар олишда ишлатилди. Ушбу таркиблар билан ишлов берилганда ёнувчан ёғоч ашёлари қийин ёнувчанлик хусусиятга эга бўлиши ва металллар учун критик ($500^{\circ}C$) температурага етиш вақти қиймати оширилишига эришилди. Ишлаб чиқилган оловдан ҳимояловчи қопламаларни қўллаш орқали давлат стандарти талаблари бўйича ёғоч materiali Ё₄ (кучли

ёнувчан)дан Ё₁ (кучсиз ёнувчан) гуруҳга ўтишига эришилган ва шунингдек, металлларда критик температурага етиш вақтини 15 дақиқадан 45 дақиқага (3 марта) ошириш имкониятини беради.

7. Янги турдаги активланган ва модификацияланган вермикулитлар ва улар асосида олов таъсиридан самарали химояловчи бўёқ ва қоплама материаллари ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқариш технологиялари яратилди.

8. Қавариқланган вермикулит, натрийли суюқ шиша, вермикулит минерали концентрати ва ортофосат кислоталари асосида икки хил турдаги иссиқлик изоляцияловчи ёнмайдиган материаллар гуруҳига кирувчи янги ғоваксимон материаллар ишлаб чиқилди.

9. Ишлаб чиқилган майин дисперсли модификацияланган вермикулитлар асосида янги, силикат бўёқ материалли олиш технологияси «Уз-ДонгЖУ Пэинт Ко» ОАЖда ишлаб чиқаришга татбиқ қилинди. Яратилган технология бўйича ишлаб чиқилган бўёқ материали Миллий сертификация тизимида аккредитациядан ўтган Ички ишлар вазирлиги Ёнғин хавфсизлиги бош бошқармаси ёнғин-техник лабораториясида ёғоч қурилиш материалли олов таъсиридан химоялаш самарадорлиги текширилганида давлат стандарти талабларига жавоб бериши тасдиқланган.

10. Вермикулит минералига сувли муҳитда ультратовуш таъсир қилдириш орқали турғун суспензиялар олиш имконияти кўрсатиб берилди. Текширишлар натижасида суспензияларда вермикулит асосида олинган нанозаррачалар борлиги аниқланди ва ушбу суспензиялар асосида янги, самарадор ўт ўчириш таркиблари ишлаб чиқилди. Ўтказилган тажрибалар асосида суюқ ҳолатдаги ўт ўчириш таркиблари самарадорлигини баҳолашда ишлатиладиган қўшимча кўрсаткични аниқлаш усули ишлаб чиқилди.

28

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК НА БАЗЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
14.07.2016.Т.23.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ИРРИГАЦИИ
И МЕЛИОРАЦИИ, ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ И ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ВЫСШАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

КУРБАНБАЕВ ШУХРАТ ЭРГАШЕВИЧ

СОЗДАНИЕ ОГНЕСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ И

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

05.10.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Пожарная,
промышленная, ядерная и радиационная безопасность
(технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2016

Тема докторской диссертации зарегистрировано в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером 30.09.2014/B2014.3-4.T209.

Докторская диссертация выполнена в Высшей технической школе пожарной безопасности. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.tiim.uz и на информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный консультант: Мирзаев Сирожиддин Зайниевич

доктор физико-математических наук

Официальные оппоненты: Тулаганов Абдукобил Абдунабиевич

доктор технических наук, профессор

Щипачева Елена Владимировна

доктор технических наук, профессор

Исмаилов Равшан Израилович

доктор химических наук, доцент

Ведущая организация: Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт

Защита состоится «_____» _____ 2016 г. в _____ часов на заседании разового

научного совета на базе научного совета 14.07.2016.Т.23.01 при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкентском архитектурно-строительном институте и Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кары – Ниязова, 39. Тел.: (99871) 237-22-67; факс: (99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiim.uz .

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института ирригации и мелиорации (зарегистрирована № ____) Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары – Ниязова, 39. Тел.: (99871) 237-19-45.

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2016 года.

(протокола рассылки № ____ от « ____ » _____ 2016 года).

М.Х.Хамидов

Председатель разового научного совета по присуждению
ученой степени доктора наук, д.с.-х.н., профессор

Т.З.Султанов

Ученый секретарь разового научного совета по присуждению
ученой степени доктора наук, д.т.н., доцент

Б.А.Мавлянкариев

Председатель разового научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени доктора наук, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мировой практике в сфере обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений ведущее место занимает создание нового поколения средств защиты с комплексом свойств на основе достижений инновационных технологий. «На основании статистики пожаров, в мире пожары наносят значительный ущерб безопасности жизнедеятельности людей, экономике и экологии»¹. Одной из наиболее актуальных задач в связи с бурным развитием науки и технологий, с увеличением количества промышленных объектов и сооружений со сложными конструкционными решениями является качественное обеспечения пожарной безопасности для этих и других типов объектов. В ведущих странах мира отдельное внимание уделяется разработке высокоэффективных огнезащитных средств и покрытий, обладающих комбинированными свойствами на основе минерального сырья для повышения огнестойкости строительных конструкций и материалов.

В Республике Узбекистан проводятся широкомасштабные мероприятия

по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений путем создания и совершенствования современных огнезащитных средств и систем. В этой сфере, в том числе, по созданию огнезащитных средств обеспечения огнестойкости строительных конструкций и материалов на основе местного сырья, повышению качества технических средств и методов предотвращения пожаров, проводится ряд исследовательских работ.

В мире для обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений особое внимание уделяется созданию, на основе современных технологий, вспучивающихся «пассивных» средств огнезащиты и повышению с их помощью огнестойкости строительных конструкций и материалов. В связи с этим, осуществление целенаправленных научных исследований по направлениям, включающим совершенствование разработки моделей механизмов теплофизических и термохимических процессов, происходящих в защитных покрытиях под действием тепла; разработка компактных, точных и скоростных методов комплексной оценки влияния огнезащитных наполнителей на показатели пожарной опасности строительных конструкций и материалов; создание высокоэффективных тепло- и огнезащитных покрытий нового поколения на основе широко распространенных в природе минералов, считается одной из важных задач. Проведение научных исследований по вышеприведенным научно-исследовательским направлениям подтверждает актуальность темы данной диссертации.

Диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Законе Республики Узбекистан «О пожарной безопасности» (2009), Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-1048 от 27 января 2009 года «О программе локализации»⁻¹ World Fire Statistics. Center of Fire Statistics. Report. №21. 2016. – 63 p.; http://www.pozhproekt.ru/pozharnaya_statistika/.

31

производства готовой продукции, комплектующих изделий и материалов на основе промышленной кооперации на 2009 год», постановление Кабинета Министров №89 от 28 марта 2013 года «О мерах по реализации закона Республики Узбекистан «О пожарной безопасности» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетного направления развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации² Научные исследования, направленные на создание средств огнезащиты нового поколения и современных методов испытаний, обладающих различными функциональными свойствами, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, в Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University, National Institute of Standards and Technology, Texas University, Sherwin Williams, Great Lakes Chemical, Dow Chemical (США), International Paint Ltd,

BRE Global Limited (Великобритания), PPG Industries Netherlands, Akzo Nobel Aerospace Coating (Нидерландия), Badische Anilin und Soda Fabrik, Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Institut für Technische Chemie - Leibniz Universität Hannover (Германия), Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille (Франция), Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano (Италия), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Бразилия), Всероссийском научно-исследовательском институте пожарной охраны, Академии и Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы России, Ташкентском государственном техническом университете, Ташкентском химико-технологическом институте и Высшей технической школе пожарной безопасности (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по совершенствованию мер по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений, разработке тепло-изоляционных и вспучивающихся огнезащитных покрытий и созданию современных методов испытаний, получен ряд научных результатов, в том числе: разработан новый класс наноструктурированных огнезащитных покрытий на основе различных полимеров, покрытых наночастицами (Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Германия); на основе углеродных нанотрубок разработаны покрытия, состоящие из равномерно распределенных слоёв, снижающих в достаточной степени горючесть материалов (National Institute of Standards and Technology (США); разработаны математическая модель, алгоритм и программы анализа параметров и прогноза показателей пожарной опасности веществ и материалов (Научно–исследовательский центр «Теплоогнезащита», Россия);

⁻² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществлялся на основе: <http://industrialcoatings.ru/archive>, <http://www.ogneportal.ru/news/russia/>, <http://www.fire-smi.ru/arhiv>, <http://academygps.ru/nauka/nauchnyj-zhurnal-pozhary-i-chs/arkhiv-nomerov/arkhiv-nomerov-za-2015-god> и других источниках.

32

разработаны компактные лабораторные методы испытаний огнезащитных покрытий для металла, древесины и материалов других типов - small scale tests – мелкомасштабные испытания (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, Франция).

В мире по обеспечению пожарной безопасности зданий и сооружений, направленной на создание высокоэффективных огнезащитных средств и систем, по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе: разработка новых методов и технологий управления физическими и химическими свойствами основных компонентов огнезащитных составов; разработка эффективных огне- и теплозащитных покрытий нового поколения; разработка усовершенствованной модели, алгоритма и компьютерных программ по установлению зависимости между составной частью и свойствами огне- и теплозащитных покрытий; разработка высокоэффективных многофункциональных дисперсных систем на основе наночастиц и нанотехнологий; разработка компактных, ускоренных и эффективных методов комплексной оценки свойств огне- и теплозащитных

покрытий.

Степень изученности проблемы. Вопросам исследования теоретических и практических задач по снижению уровня пожарной опасности строительных конструкций и материалов, созданию высокоэффективных средств огнезащиты и их испытаниям, посвящены работы ряда ученых: Эдварда Д. Велла (Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University), Р.Насцимента (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Бразилия), Элизабет Рануччи (Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano, Италия), Сержа Бурбижо, Софии Дукуэн (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, Франция), Бернарда Шартела (Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Германия), Манфреда Дёринга (Karlsruher Institut für Technologie KIT Institut für Technische Chemie, Германия), Аксела Каладера (Inomat GmbH, Близкастл, Германия), Дебби Смит (BRE Global Limited, Великобритания), В.Л.Страхова, А.М.Крутов, А.Н.Гаращенко (Научно-производственное объединение «Теплоогнезащита»), А.Я.Корольченко, А.Б.Сивенкова, Н.В.Смирнова, Т.Р.Еремина (Всероссийский научно-исследовательский институт пожарной охраны Государственной противопожарной службы Министерства чрезвычайных ситуаций России), Т.Ю.Еремина, А.Б.Сивенкова, Б.Б.Серкова (Академия Государственной противопожарной службы России), М.В.Крашенинникова (Научно Инновационный Центр Строительства и Пожарной безопасности, Санкт-Петербург), С.Н.Ненахова (Научно-исследовательский центр «Теплохим» Москва) и др.

Со стороны ряда ученых велись исследования, посвященные разработке и использованию огнезащитных и других типов материалов на основе минерала вермикулита, в том числе К.Н.Дубенецким, С.И.Хвостенковым, Г.В.Геммерлингом, М.С.Хименезом, А.Лефтом, 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,

33

А.И.Кольцовым, Л.Дюлаксом, А.В.Побединским и многими другими. В Узбекистане исследования по минералу вермикулита (месторождение Тебинбулак) проводились П.А.Арифовым и получен ряд результатов, в том числе созданы некоторые типы огне- и теплозащитных материалов.

Процесс создания новых «пассивных» средств огнезащиты происходит непрерывно, так как каждое из этих средств обладает своими положительными и отрицательными свойствами и показателями, которые совершенствуются и развиваются в сторону обеспечения главных критериев, таких как длительность и эффективность огнезащиты, увеличение срока службы объектов в обычных условиях эксплуатации и минимизация стоимости разрабатываемого продукта. В настоящее время, несмотря на имеющийся ассортимент огнезащитных материалов, предлагающихся на строительных рынках мира и республики, создание новых эффективных защитных материалов с комплексной функциональностью является

актуальной задачей. Причиной этого является то, что в республике основная часть огнезащитных материалов, применяемых при строительстве объектов различного назначения, либо импортируется полностью, либо изготавливается по технологиям ведущих иностранных фирм с рецептурой, предусматривающей содержание целого комплекса различных импортных добавок, стоимость которых составляет основную часть от всех затрат на сырье. Изыскания в сфере создания новых огнезащитных материалов все еще осуществляются с использованием вредных химических соединений. Вместе с тем, в научно-исследовательских работах в недостаточной мере исследованы вопросы получения огнезащитных покрытий комплексной функциональности на основе минеральных составляющих.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Высшей технической школы Пожарной безопасности по темам: №КА-12-001 «Технология производства экологически безопасных трудногорючих древесно-стружечных плит», (2012-2014), №А4-ФА-Ф-152 - «Разработка современной технологии получения новых материалов с заранее заданными свойствами на основе местного минерального сырья – тонкодисперсного вермикулита», (2012-2014); №ФА-А4-Ф063 - «Разработка технологии получения новых строительных материалов на основе вермикулита с высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами», (2015-2017).

Целью исследования является создание противопожарных средств на основе местного минерального сырья.

Задачи исследования:

разработка эффективного метода получения высокодисперсных наполнителей с огнеупорными и теплоизоляционными свойствами на основе минерала вермикулита, а также multifunctional составов на их основе;

разработка метода повышения эффективности огне- и теплозащитных, а

34

также огнетушащих составов на основе минерала вермикулита, путем влияния на физическое состояние, термические и теплофизические свойства вермикулитов различной дисперсности и их модифицированных форм;

обеспечение достижения заданных термических и теплофизических показателей огнезащитных составов на основе минерала вермикулита воздействием внешних полей (ультразвук и тепловых) и химических реагентов на физическое состояние, структуру и химический состав минерала. Разработать механизмы огнезащиты составами древесных и металлических строительных материалов;

создание эффективных огнезащитных вспучивающихся покрытий на основе минерала вермикулита, повышение ими огнестойкости деревянных и металлических строительных конструкций и материалов, а также разработка

метода многоступенчатой огнезащиты;

создание новых составов теплоизоляционных материалов на основе местного минерального сырья, анализ их основных пожарно-технических характеристик и на их основе разработка негорючих теплоизоляционных покрытий и конструкционных материалов;

разработка стабильных дисперсных систем на основе минерала вермикулита и создание на их основе высокоэффективных огнетушащих составов, а также разработка метода оценки эффективности жидких огнетушащих составов.

Объектами исследования являются строительные материалы из древесины и металла, Тебинбулакский вермикулит, Ангренский каолин и силикатные растворы.

Предметом исследования являются повышение уровня пожарной безопасности зданий и сооружений на основе регулирования термических, теплофизических и пожарно-технических характеристик деревянных и металлических строительных материалов с помощью новых огнезащитных средств.

Методы исследования. В процессе исследований были использованы ИК-спектроскопические, дифференциально-термические методы анализа, химические и масс-спектрометрические, оптические и электронно микроскопические методы исследований.

Научная новизна исследования заключается в следующем:
разработаны высокодисперсные огнеупорные теплоизоляционные наполнители на основе минерала вермикулита;

разработаны виды вермикулитов с низкой и увеличенной температурой вспучивания, гидрофобный вермикулит, вермикулит с повышенной степенью вспучиваемости и вермикулит с хорошо сохраненной пористостью;

разработан метод увеличения огне- и теплозащитных функций вермикулитов путем модификации тонкодисперсных вермикулитов при помощи обработки ультразвуком и химическими реагентами;

разработаны новые составы с многоступенчатой огнезащитной функцией, на основе модифицированных тонкодисперсных вермикулитов, позволяющие перевести деревянные строительные материалы в группу

35

трудногорючих материалов согласно государственному стандарту (ГОСТ 12.1.044);

разработана технология получения огнезащитной силикатной красящей продукции на основе тонкодисперсных модифицированных вермикулитов; разработан негорючий теплоизоляционный материал на основе вспученного вермикулита, предназначенный для применения в качестве противопожарных преград;

создан негорючий неорганический пеноматериал на основе тонкодисперсного вермикулита и ортофосфорной кислоты; созданы новые жидкие огнетушащие составы на основе мелкодисперсных вермикулитов и

разработан метод оценки эффективности дополнительных показателей этих составов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны новые технологические способы получения многофазных дисперсных систем с заранее заданными физико-химическими и теплофизическими свойствами на основе применения ультразвуковых полей, химических реагентов и их совместного воздействия на минерал вермикулит; созданы огнезащитные вспучивающиеся покрытия на основе местного минерального сырья - Тебинбулакского вермикулита, новые составы средств для повышения эффективности обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, такие как огнестойкие теплоизоляционные материалы и огнетушащие составы;

достигнуто значительное снижение пожарной опасности строительных материалов путем использования разработанных новых огнезащитных покрытий, в том числе, применение огнезащитных покрытий дало возможность перевести горючие древесные материалы в группу трудногорючих материалов, а также увеличить время, необходимое для достижения критической температуры металлов (500°C), до 45 минут (увеличилось в 3 раза);

разработаны стабильные суспензии с содержанием наночастиц на основе минерала вермикулита, на их основе созданы новые огнетушащие составы и разработан новый метод повышения эффективности оценки огнетушащих свойств жидких средств.

Достоверность результатов исследования обоснована оценкой точности приборов измерения, сопоставлением результатов эксперимента с расчетными и теоретическими данными, использованием фундаментальных основ молекулярной физики и теплофизики, математических способов оценки состояния защитных систем, а также сравнение с результатами других исследований в данном направлении.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований заключается в развитии теоретических основ повышения огнестойкости строительных конструкций и материалов, разработке методов повышения эффективности огнезащитных свойств состава на основе влияния на химический состав, физическое состояние и теплофизику, разработка методов повышения эффективности

36

защитных средств и механизмов влияния.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработанных на основе местного минерального сырья - Тебинбулакского минерала вермикулита новых вспучивающихся огнезащитных покрытий, негорючих теплозащитных материалов, огнетушащих составов, позволяющих значительно снизить пожарную опасность строительных конструкций и материалов.

Внедрение результатов исследования. Полученные результаты по

созданию огнестойких покрытий и теплоизоляционных наполнителей на основе местного минерального сырья:

новый состав покрасочного материала, разработанный на основе местного минерала Тебинбулакского вермикулита, эффективно защищающий от огня древесные материалы, внедрен в производство СП «Ўз-ДонгЖУ Пэинт Ко» (справка от 17 октября 2016 года №7/04-25-2340

АК «O'zAvtosanoat»). Покрасочный материал с оптимальными физико-техническими свойствами, разработанный на основе полученных научных результатов, эффективно обеспечивает повышение огнестойкости деревянных строительных конструкций и материалов;

покрасочный материал и покрытия на основе местного минерального сырья Тебинбулакского вермикулита обеспечивает эффективную огне- и теплозащиту деревянных строительных конструкций и материалов, применены при строительстве образцовых домов и зданий производственных предприятий Турткульского района Республики Каракалпакстан (справка от 26 октября 2016 г. №29/3-1-3456 Главного управления пожарной безопасности Министерства внутренних дел). В результате уровень пожарной опасности объектов снизился в 1,1-1,8 раза, вероятность возникновения пожара - на 2-3 процента, величина ущерба от пожара - на 1-2 процента;

методы повышения огнестойкости строительных конструкций и материалов, создание модифицированных смесей высокодисперсных инертных наполнителей при помощи вещества и смесей с антипиреновыми свойствами, использованы в проекте №КА-14-003 «Создание и исследование обработанных ресурсосберегающими антипиренами, огнестойких строительных материалов, полученных на основе промышленных отходов» (2015-2017 гг.), для повышения огнестойкости деревянных строительных материалов при помощи новых антипиреновых смесей (справка от 24 октября 2016 года №ФТК-0313/707 Комитета по развитию науки и технологий Республики Узбекистан). Использование результатов научных исследований позволили создать эффективный новый антипиреновый состав с комбинированными свойствами для деревянных строительных материалов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований апробированы в ряде международных конференций, в том числе: «Центрально-Азиатская международная конференция по химической технологии» ХТ"12 (Ташкент, 2012), Четвертая международная научно-практическая конференция «Пожаротушение: проблемы, технологии,

37

инновации» (Москва 2015), 45th World Chemistry Congress. IUPAC-2015 (Busan, Korea, 2015), «11th International Conference on Advanced Polymers via Macromolecular Engineering» (Yokohama, Japan, 2015), «Актуальные проблемы отраслей химической технологии» (Бухара, 2015), VIII международная научно-техническая конференция «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития»

(Навои, 2015), 16th Asian chemical congress (16ACC) (Dhaka, Bangladesh, 2016), «Перспективы применения инновационных технологий в сфере архитектуры и строительства» (Самарканд-2016), 46th IUPAC World polymer congress. MACRO 2016 (Istanbul, Turkey, 2016), Khujand Symposium on Computational Materials and Biological Sciences, KSCMBS-2016 (Khujand, Tajikistan, 2016), в ряде республиканских научно-технических и научно практических конференциях (2010-2016 гг.), а также на региональных этапах VIII Республиканской ярмарки инновационных идей, технологий и проектов 2-4 апреля, в городах Наманган, Андижан и Фергана, где были представлены разработки по диссертационной работе. На VIII Республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов, 19-21 мая 2015 года была представлена разработка «Сухая смесь на основе минерала вермикулита». На выставке достижений экологически чистых технологий «Экологическая неделя-2015», 2 июня 2015 г., Комплекс «Tashkent Plaza» была представлена разработка «Огнебезопасная сухая смесь из вермикулита».

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 37 научных работ, из них 1 монография, 14 научных статей, в том числе 2 в зарубежных журналах и остальные в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 200 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным

направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние огнезащиты строительных конструкций и материалов. Пассивные средства огнезащиты»** излагается современное состояние огнезащиты строительных конструкций и материалов, рассмотрена их нормативная основа. Приведены данные об основных пожарно-технических характеристиках строительных материалов, таких как сталь и древесина, которые без соответствующей обработки являются не стойкими к воздействиям пламени и тепла при пожарах. Проведен анализ научно-технической литературы по разработкам эффективных средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, в частности по повышению огнестойкости строительных конструкций и изделий из металла и древесины применением огнезащитных материалов.

Проанализированы результаты исследований перспективных направлений, посвященных разработкам огнезащитных составов на основе неорганических связующих и вспучивающихся добавок к ним, в частности огнезащитных составов на основе водорастворимых силикатов и глинистых минералов. В результате анализа литературных материалов, описывающих поведение каждого конкретного компонента готовых огнезащитных составов при воздействии на них тепловых потоков, а также механизмов происходящих процессов, приводящих к снижению пожарной опасности строительных материалов и изделий, выбраны наиболее перспективные типы местных материалов для исследований.

Таковыми материалами в качестве потенциального сырья для получения огнестойких и теплоизоляционных наполнителей и готовых к применению огнетеплозащитных материалов, явились глинистые и вермикулитовые минеральные месторождения, для которых приведены сведения о химическом составе и теплофизических свойствах.

Также приведены сведения о строении, химическом составе и свойствах Тебинбулакского вермикулита, каолина и жидких стекол которые являются наиболее доступными и перспективными материалами для создания эффективных средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений таких, как вспучивающиеся огнезащитные покрытия, теплозащитные материалы и огнетушащие составы. Даны описания основных методов исследований.

Во второй главе диссертации **«Экспериментально – теоретические исследования физического состояния, теплофизических свойств пористых дисперсных систем с вермикулитом»** приведены полученные

результаты теоретических и экспериментальных исследований пористых дисперсных систем с вермикулитом.

Дисперсность и пористость компонента-наполнителя являются ключевыми характеристиками, которых надо регулировать для получения эффективных огнетеплозащитных составов. Для решения поставленных задач на первом этапе исследований проведено моделирование пористых дисперсных систем с вермикулитом. Описание структуры пористого материала на основе вермикулита требует применения динамических моделей, включающих стадии парообразования в межпакетном пространстве и переориентации слюдяных элементов под воздействием давления образующегося пара.

Для вермикулита временную эволюцию пористости материала при вспучивании можно описать функцией типа:

$$P = P_0 \left(1 - \frac{t}{t_0} \right)^n$$

где P_0 - начальная пористость до процесса вспучивания; P - «ресурс» пористости, обусловленный переориентацией, раздвижкой и короблением пластинок слюды; t_0 - характерное время интенсивного вспучивания, определяющееся интенсивностью теплового режима.

На следующем этапе исследований после грубого и тонкого измельчения вермикулитового концентрата (ВК) проведено ситовое разделение на различные фракции (табл. 1). В дальнейшем эти фракции в зависимости от размера зерен использованы для получения различных типов материалов.

Таблица 1.

Фракции диспергированных вермикулитов

№	1	2	3	4	5	6
Фракция, мм	3,0-4,0	0,5-1,0	0,25-0,50	0,16-0,25	0,25 ≤	0,16 ≤

Получение вермикулита в тонкодисперсной форме как огнестойкого и теплоизоляционного наполнителя представляется крайне важным, поскольку тонкодисперсная фракция более равномерно распределяется в связующей компоненте, тем самым позволяя получать однородные составы на их основе. Такие составы позволяют полностью и равномерно покрыть всю защищаемую поверхность и это обстоятельство заметно увеличивает огнезащитные качества составов. Не маловажным представляется и тот факт, что при изготовлении различных красок более мелкая минеральная фракция намного дольше сохраняется во взвешенном состоянии, гарантируя сохранность товарных качеств материала в течение длительного времени. При этом частицы диспергированных зерен минерала вермикулита не

должны терять свойства вспучивания, так как это приводит к ухудшению теплофизических качеств получаемого материала на его основе. Для этих исследований выбрана дисперсная фракция №6 (табл. 1) вермикулита с размерами зерен $160 \leq \text{мкм}$, полученная механическим способом.

Для установления оптимальных режимов для минерала вермикулита с различными размерами зерен были исследованы их термические свойства (Табл. 2 и Рис. 1).

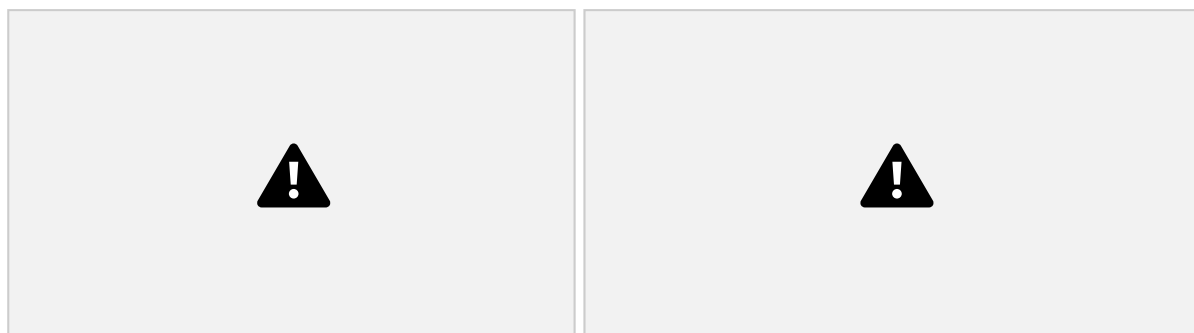
Таблица 2.

Результаты испытаний теплового воздействия на различные дисперсные фракции вермикулитового концентрата (ВК)

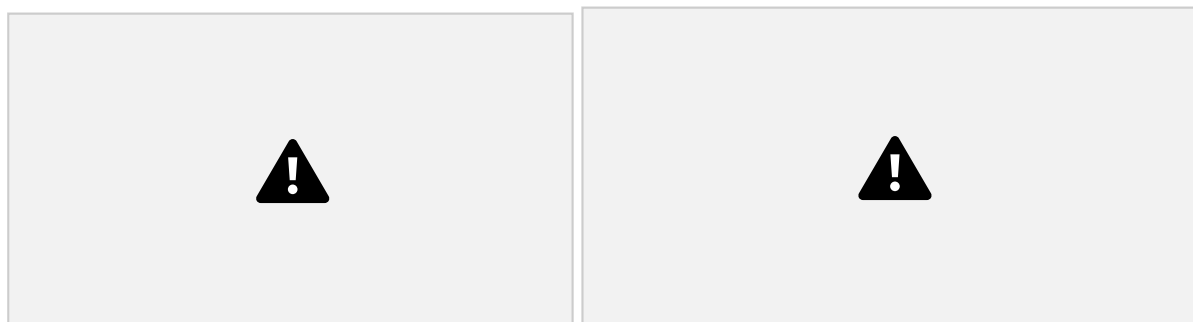
№	Фракция, мм	Потеря массы, %	$V_{\text{до}}, \text{см}^3$	$V_{\text{после}}, \text{см}^3$	$V_{\text{после}}/V_{\text{до}}$
1	0,5-1,0	5,37	1	3,80	3,80
2	0,25-0,50	4,87	1	3,27	3,27
3	0,16-0,25	4,73	1	2,29	2,29
4	$0,25 \leq$	7,35	1	1,34	1,34
5	$0,16 \leq$	6,75	1	1,16	1,16

Примечание: Температура, 700-750°C и время выдержки, 60 сек

Из данных табл. 2 видно, что с уменьшением размеров частиц вермикулитов, значения степеней вспучивания их, как и ожидалось, уменьшаются. Значения потери массы в основном увеличиваются в сторону более мелких фракций. Свойство вспучивания сохраняется и для фракции с наименьшими размерами зерен (фракция № 5) и имеет значение 1,16.



Фракция 3,0 - 4,0 мм Фракция 0,5 - 1,0 мм



Фракция 0,25 - 0,50 мм Фракция $0,16 \leq$ мм **Рис. 1. Термограммы различных дисперсных фракций ВК**

41

Для более детального представления термических свойств ВК в различных дисперсных состояниях, проведены их дифференциально термические исследования на дериватографе NETZSCH STA 409 PG/PC (Рис. 1.). Нагрев проводился в воздухе до 500°C со скоростью 3 град/мин.

Из полученных термограмм (Рис. 1.) видно, что с увеличением дисперсности от фракции №1 - (3,0-4,0) мм, к фракциям №2 - (0,5-1,0) мм, №3 - (0,25-0,50) мм и №4 - $0,16 \leq$ мм, количество потери массы, которое происходит, в основном, за счет испарения воды, уменьшается в следующих количественных выражениях 5,43:4,64:4,48:3,93 соответственно, а также наблюдается повышение интенсивности эндотермических эффектов в том же порядке образцов. В образце №4 второй эндотермический эффект в области температур $280-285^{\circ}\text{C}$ почти полностью исчезает. Эти изменения связаны с тем что, в процессе измельчения зерна вермикулита уже успеют потерять некоторую часть воды содержащейся до этого в его межслоевых пространствах. Исчезновение в термограмме образца №4, второго эндотермического эффекта связано с тем, что с увеличением дисперсности поверхностная площадь материала увеличивается многократно и вместе с этим увеличивается их активность. Поэтому более тонкодисперсные частицы вермикулита почти полностью теряют содержащуюся в ней воду, при относительно низких температурах, то есть при $90,2^{\circ}\text{C}$ (эндотермический эффект образца №4 в рис. 1.).

Проводились сравнительные измерения коэффициентов теплопроводности широко применяемого за рубежом нанопорошка диоксида кремния Аэросил (фирма Degussa, Германия) и высокодисперсных порошков вермикулита.

Схема созданной в лаборатории «Ионно-плазменных технологий и теплофизики многофазных систем» инженерно-физического факультета Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхан Беруни, экспериментальной установки представлена на рис. 2.

В эксперименте использовалась тонкостенная стеклянная колба - (1) радиуса $R_0=0,05$ м - (1). Внутри колбы, заполненной нанопорошком диоксида кремния, были введены термодпары в трубке из фторопласта - (2) с заданным

относительно центра $r = 0$ (3) $r = R_0/2$ (4) положением, показания которых снимались мультиметрами - (6 и 7). Затем колба помещалась в печь - (5), в которой поддерживалась постоянная температура 170°C . Значения комнатной температуры для экспериментов с Таркосилом, Аэросилом и вермикулитом принимались 23 , 27 , и 25°C соответственно.

Из результатов графиков (Рис. 3-1†3-3.) следует, что коэффициент теплопроводности мало меняется во время эксперимента, следовательно, можно найти его среднее значение:

для Таркосила – $\lambda = (2,67 \pm 0,03) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

для Аэросила – $\lambda = (3,25 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

для Вермикулита – $\lambda = (44 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

42

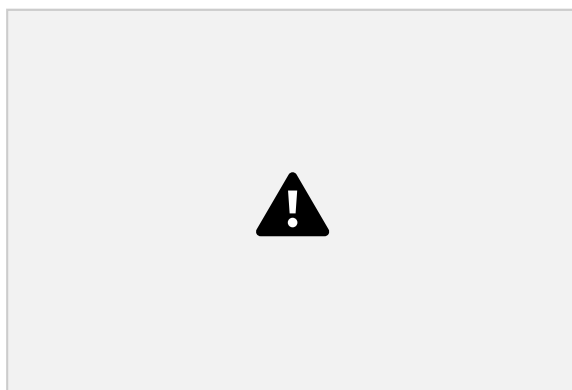


Рис. 2. Условная схема экспериментальной установки для измерения теплопроводности порошковых материалов
(□-на половине радиуса, ○- в центре)

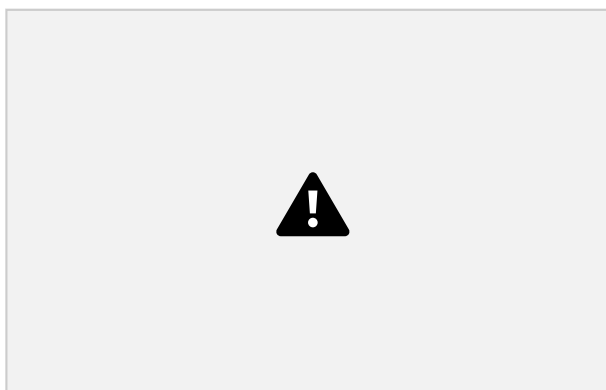


Рис. 3 - 1. Зависимость температуры от времени для порошка для смеси цемента (М400) и ТТВ (при 3V:V)

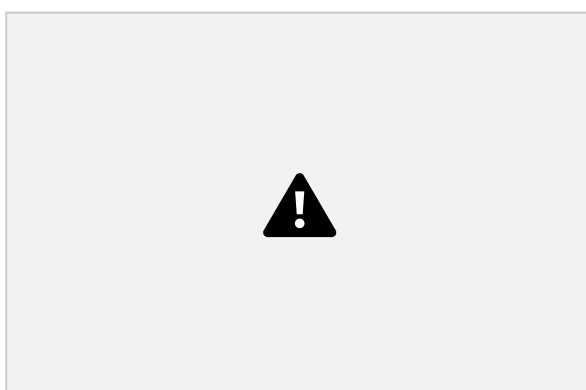


Рис. 3 - 2. Зависимость температуры от времени для порошка вспученного вермикулита

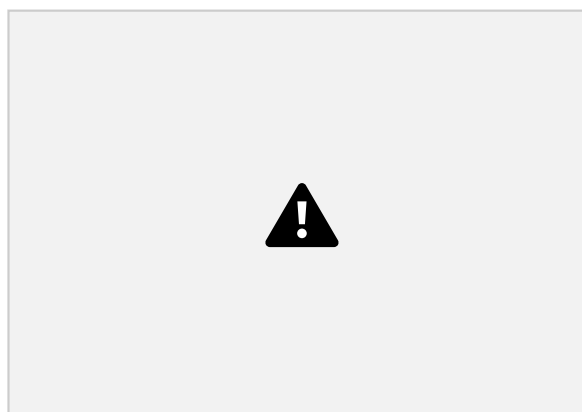


Рис. 3 - 3. Зависимость температуры от времени для порошка для SiO_2

Полученные значения коэффициентов теплопроводности нанопорошков

диоксида кремния (Таркосила и Аэросила) и вермикулита малы по сравнению со стеклом ($630 \cdot 10^{-3}$ Вт/м²·К) и сравнимы с воздухом ($24 \cdot 10^{-3}$ Вт/м²·К), что делает их хорошими теплоизоляторами.

Третья глава «**Разработка вспучивающихся огнезащитных составов и технология их получения**» диссертации посвящена получению и исследованию модифицированных вермикулитов и новых составов, связующих на основе натриевого жидкого стекла, а также новых составов огнезащитных материалов.

Изучены влияния различных реагентов на физическое состояние и термические свойства вермикулитов при их различной дисперсности. При этом применялись два вида разработанных нами способа обработки вермикулитов.

В первом способе обработки, в качестве исходного сырья использовался ВК с размерами зерен $160 \leq \text{мкм}$, в качестве модификаторов применены в основном неорганические соли в виде 0,1%, 1%, 3%, 5%, 7% и 50%-ных

43

водных растворов, а также их насыщенные растворы. Насыщение проб ВК модификаторами проводилось в нормальных комнатных условиях в течение нескольких суток. После перемешивания ВК с раствором модификатора, в объемных соотношениях 1:3 соответственно, образовавшуюся смесь выдерживали 120 дней, периодически перемешивая за это время.

Во втором способе производится двухстадийная обработка ВК с минеральными кислотами HNO_3 и H_3PO_4 и далее модификаторами (Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 , NaOH или NH_4OH). В результате этих экспериментов получены вермикулиты следующих типов: вермикулит с пониженной температурой вспучивания - ВКМ-1, вермикулит с растянутой в сторону высоких значений температурой вспучивания - ВКМ-2.

Далее полученные образцы модифицированных вермикулитов подверглись термическому воздействию в различных условиях. Проведены измерения коэффициентов вспучиваний, при температуре 600°C в течение 5 минут, а также сняты термограммы полученных образцов.

У образцов вермикулитов полученных при малых (0,1%) и повышенных (50% и более) концентрациях реагентов, по сравнению с исходным образцом вермикулита, в значениях коэффициентов вспучиваний заметных изменений не наблюдается. При средних значениях концентраций растворов (5 и 7%) реагентов у обработанных ими образцах вермикулитов, наблюдались заметные повышения в значениях коэффициентов вспучивания по сравнению с исходным вермикулитом (от 1,16 до 1,80-2,00). Таким образом, исходя из значений коэффициентов вспучивания, а также из расходуемого количества модифицирующего реагента можно заключить, что для практического применения целесообразно использовать вермикулиты, обработанные с растворами со средними процентными значениями.

Для оценки эффективности полученных образцов модифицированных вермикулитов исследовались их термические свойства (Рис. 4.).



1 - ВК с размером зерен $160 \leq \text{мкм}$, 2 - ВК активированный ортофосфорной кислотой, 3 - ВКМ-2;

1 - ВК с размером зерен $160 \leq \text{мкм}$, 2 - ВК активированный азотной кислотой, 3 - ВКМ-1

Рис. 4. Термограммы активированных и модифицированных Тебинбулакских вермикулитов

44

Анализы и расчеты по рис. 4. позволяют сделать следующий вывод: при наличии в огнезащитной смеси активированного и далее модифицированного вермикулита, на протяжении всего времени возгорания, такая смесь эффективно проявляет антипиреновые качества, активно противопоставляя огневому фронту воздушные прослойки из паров воды. Такие последовательно образующиеся воздушные прослойки, проявляющиеся в области $100-200^{\circ}\text{C}$, $300-500^{\circ}\text{C}$ и $600-900^{\circ}\text{C}$ заметно понижают температуру огневого фронта, задерживая на определенное время распространение открытого пламени и замедляя начало фазы активного горения.

На основе проведенных лабораторных экспериментов разработана технология получения активированных и модифицированных вермикулитов Тебинбулакского месторождения (Рис. 5.). Данная технология позволяет, получают вермикулиты с различными заданными свойствами. Это, вермикулит с более низкой температурой вспучивания, вермикулит с относительно большим интервалом температурой вспучивания, гидрофобный вермикулит и другие.

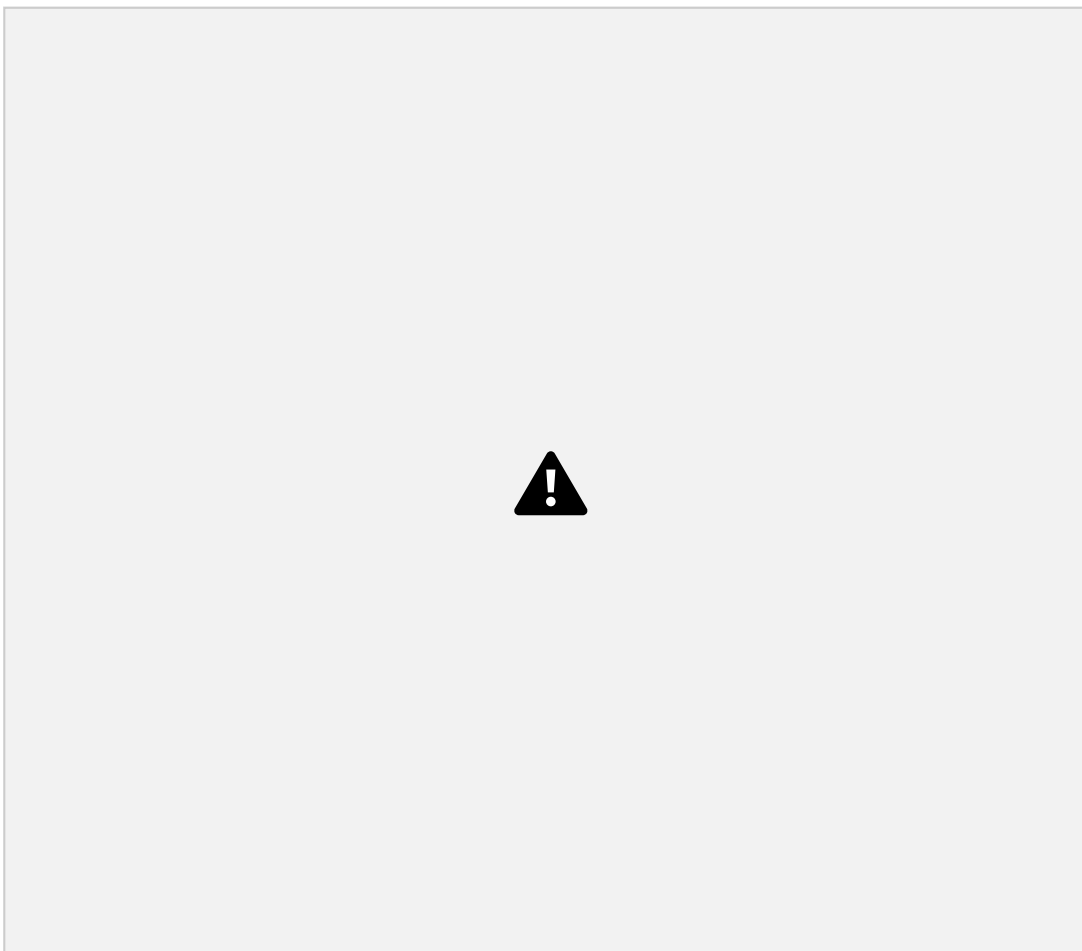


Рис. 5. Технологическая схема получения активированных и модифицированных вермикулитов

Разработанная технологическая схема состоит из следующих основных частей: 1 - насос; 2 - емкость для приготовления водного раствора реагента

45

(HNO_3 , H_3PO_4 , Na_2SiO_3); 3 - реактор; 4 - мерник; 5 - холодильник; 6 - промежуточная емкость; 7 - емкость для сточных вод; 8 - фильтр. Процесс обработки вермикулитов осуществляется в следующем порядке (Рис. 5.):

В емкости (2) готовится раствор модификатора в нужном процентном соотношении. После этого готовый раствор с помощью насоса (1) закачивается в реактор (3). Далее расчетное количество тонкодисперсного ВК загружается по порциям в реактор (3) в постоянном перемешивании. За время добавления и перемешивания раствора реагента и тонкодисперсного ВК реактор (3) нагревается до $60-70^\circ\text{C}$. Общая время для всего процесса составляет до 12 часов. Готовая смесь, из реактора (3), при перемешивании, порциями выливается в промежуточную емкость (6) и далее выливаемая из реактора смесь (суспензия) порциями фильтруется через фильтр (8). Далее полученная масса сушится.

По разработанной данной технологии получены различные виды модифицированных вермикулитов, которые затем применены при получении

эффективных новых составов огне- и теплозащитных материалов

В четвертой главе диссертации **«Влияние на пожаробезопасность строительных материалов полученных огнезащитных составов»** приведены результаты экспериментов по оценке эффективности полученных огнезащитных покрытий, а также исследованию влияния их на пожарно-технические характеристики строительных материалов (древесина и металл).

Согласно нормативным документам эффективность огнезащитных средств для стальных конструкций определяется временем достижения критической температуры (500°C) стандартного образца стали с огнезащитным покрытием при тепловом воздействии.

Проведен эксперимент по выявлению огнезащитной эффективности полученного покрытия со следующего состава для металлических поверхностей: 20 масс. % модифицированные ВК, 20 масс. % порошка вспученного вермикулита, 30 масс. % каолинового порошка и 30 масс. % сухого концентрата натриевого стекла.

Составные модули проведенного эксперимента приведены на рис. 6.. Время, в течение которого нагревалась металлическая пластина и фиксировалась температура с противоположной ее стороны, составляло 150 минут. Температура металлической пластины определялась с помощью термопары хромель-алюмель. После двух часов нагревания пластины с покрытием визуально не было обнаружено каких-либо заметных нарушений покрытия.

На рис. 7. показаны температуры металлической (сталь У-3) пластины площадью 100 см^2 и толщиной 1,2 см при нагревании одной ее стороны в течение двух часов при температуре $860\text{--}900^{\circ}\text{C}$: 1-без огнезащитного покрытия, 2 - с огнезащитным покрытием толщиной 0,12 см, 3 - с огнезащитным покрытием толщиной 0,25 см. Показаны температурные кривые за первый час нагревания пластины. Из этого видно, что после 15 - 20

46

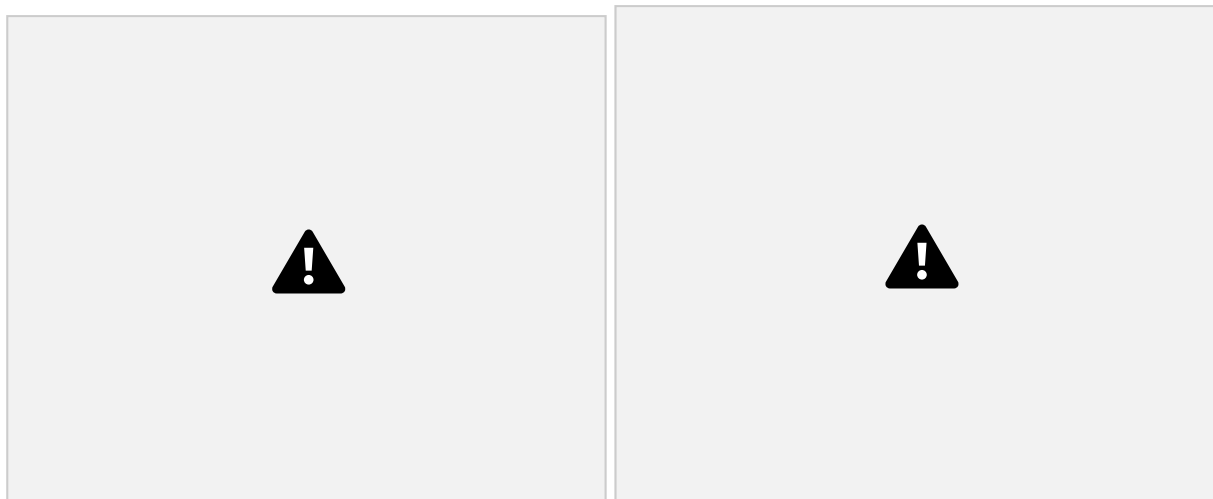


Рис. 6. Схема эксперимента по измерению огнезащитных

качеств покрытий на металлической поверхности

**Рис. 7. Результаты эксперимента металлической поверхности
по оценке огнезащитной
эффективности покрытия на**

минут нагревания разница в температуре на кривых 1 и 2 составляет 55-60°C, а разница температуры между кривыми 1 и 3 составляет 130-135°C и сохраняется до конца эксперимента в течении 150 минут. По результатам этих исследований было установлено, что для полученного покрытия значение времени эффективной защиты от воздействий огня для металлических изделий составило 90 минут.

Толщина огнезащитного покрытия изменялась от 0,10 см до 0,25 см. При максимальной толщине покрытия ($\approx 0,25$ см) можно было понизить температуру пластины на 135°C (относительно пластины без покрытия). Размеры зерен всех вермикулитовых порошков составляет 160 мкм и меньше. Таким образом, рассматриваемый состав, содержащий 20% модифицированных ВК, 20% порошка вспученного вермикулита, 30% каолинового порошка и 30% сухого натриевого стекла, позволяет заметно снизить температуру горения, имея низкие теплопроводящие свойства уже при относительно небольших толщинах защитного слоя (порядка 0,20-0,25 см). Это обстоятельство в ряде случаев может оказаться решающим фактором в задаче выбора типа огнезащитного покрытия для деревянных и металлических конструкций и материалов.

Проведены испытание огнезащитной эффективности покрытий для древесины, согласно с условиями ГОСТ 16363-98 «Средства огнезащитные для древесины». Сущность метода заключалась в определении потери массы образца древесины, обработанной испытываемым покрытием, при огневом воздействии в условиях, благоприятствующих аккумуляции тепла.

Исследованы покрытия следующих составов (масс. %): 1 - ВК 15%, вспученный вермикулит 15%, каолин 10%, концентрат жидкого стекла 60%; 2 - ВКМ-1 - 20%, ВКМ-2 - 10%, вспученный вермикулит 20%, каолин 10%, концентрат жидкого стекла 40%; 3 - ВКМ-1 - 15%, ВКМ-2 - 10%, вспученный вермикулит 25%, каолин 10%, сухой концентрат жидкого стекла 40%.

47

Таблица 3.

**Результаты испытаний по оценке огнезащитной эффективности
покрытий на основе жидкого стекла**

№	Масса образца, <i>m</i> , гр.		Температура, °C		Потеря массы, Δm		Приме чание
	До	После	$T_{нач.}$	$T_{конеч.}$	гр	%	
1	144,2	134,4	202	334	9,8	6,8	Не горит
2	140,4	135,9	201	316	4,5	3,2	Не горит

3	142,6	134,1	201	326	8,5	5,9	Не горит
---	-------	-------	-----	-----	-----	-----	----------

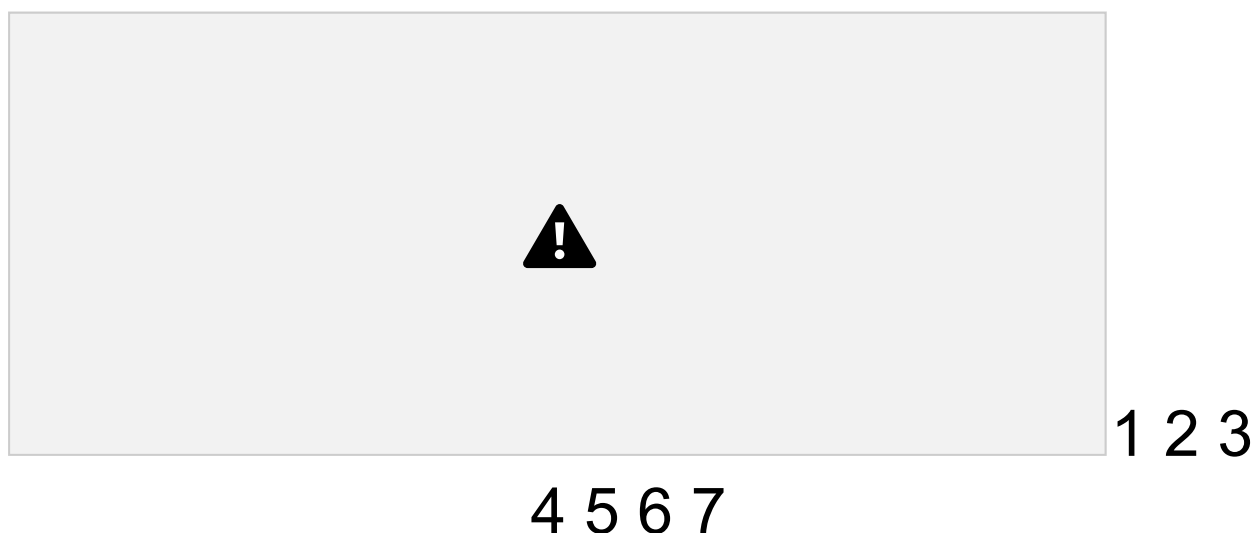
Примечания: 1) Время воздействия огня две минуты; 2) В таблице приведены усредненные величины по потере массы по результатам серий испытаний на образцах (10 образцов в каждой серии).

Результаты таблицы 3. показывают, что согласно требованиям ГОСТ 16363-98 все покрытия с составами №1, №2 и №3 относятся к I группе огнезащитной эффективности. Таким образом, полученные результаты показывают огнезащитную эффективность полученных составов. Особенно это заметно в покрытиях с составами №2 и №3, содержащих в составах новые модифицированные вермикулиты, которые имеют самые низкие потери массы и тем самым показывают высокие значения огнезащитной эффективности для древесных материалов.

Далее для исследований огнезащитных свойств на деревянных брусках образцах с размером 90x55x25 мм для испытаний подготовлены составы огнезащитных красок следующего типа: «огнестойкий теплоизоляционный наполнитель» + «вяжущая компонента» + «полимерная компонента» с содержанием наполнителя от 8% до 95%. В составе огнезащитной композиции в качестве огнестойкого теплоизоляционного наполнителя использовались не вспученный вермикулит - порошок с размером зерен 40-160 мкм, вспученный вермикулит с размером зерен порядка 40-80 мкм и каолиновый порошок с размером зерен 40-80 мкм.

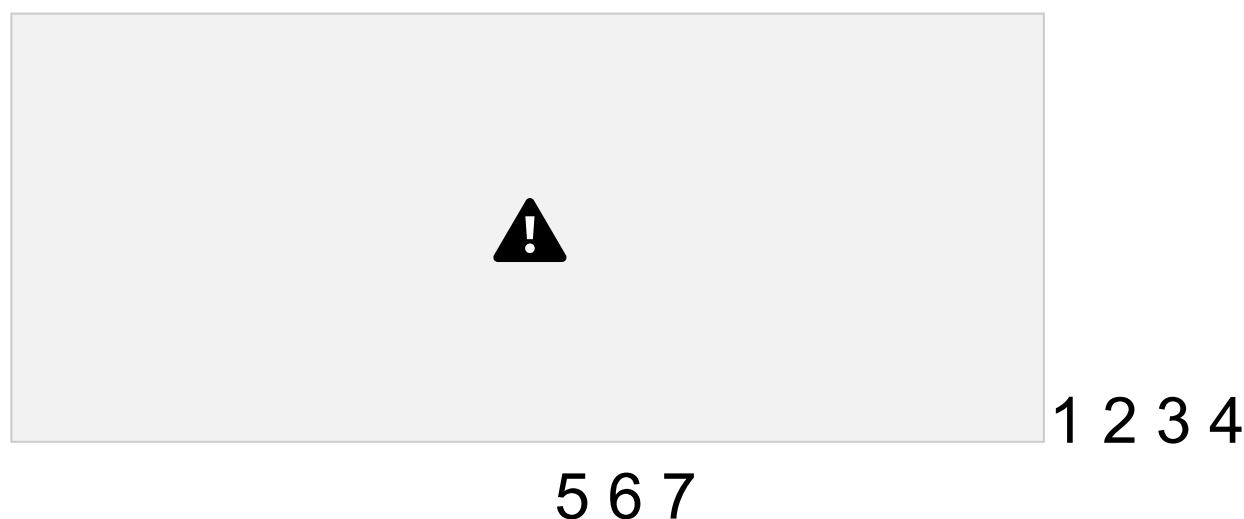
С использованием в качестве полимерной компоненты алкидной краски было подготовлено семь огнезащитных составов, которые подмешивались к краске в соотношении 1:1 и образовывали цветное огнезащитное покрытие. Испытано семь следующих огнезащитных составов, примешиваемых к алкидной краске: 1) каолин 10% + жидкое стекло 90%; 2) вспученный вермикулит 42 % + сырой вермикулит 8% + жидкое стекло 42% + каолин 8%; 3) не вспученный вермикулит 95% + жидкое стекло 5%; 4) не вспученный вермикулит 75% + жидкое стекло 25%; 5) не вспученный вермикулит 50% + жидкое стекло 50%; 6) не вспученный вермикулит 10% + жидкое стекло 90%; 7) жидкое стекло 50% + бентонит 40% + не вспученный вермикулит (Рис. 8).

При испытаниях образцов наблюдались следующие видоизменения в образцах. По истечении 7-8 минут тепло начинает достигать деревянной основы и температура отходящих газов достигает 165-170 °С. Бруски, покрытые составом с 95% не вспученного вермикулита выдерживали



**Рис. 8. Образцы обработанных огнезащитными составами древесин
(до испытаний)**

температуру 750°C в течении 486 секунд (более 8 минут), а бруски с покрытием, содержащим 75% не вспученного вермикулита, выдерживали температуру 750°C в течении 424 секунд (около 7 минут). После 1-2 минутах испытания покрытие на них начинала обугливаться и вспучиваться; сами бруски при этом практически сохраняли свою целостность. Последующие 2-3 минуты видимая картина внешнего вида брусков практически не менялась. После 7-8 минут испытания начала обугливаться поверхность образца.



**Рис. 9. Образцы обработанных огнезащитными составами древесин
(после испытаний)**

Огнезащитные покрытия, содержащие вермикулит в количестве 8-10% начинали обугливаться на 3-4 минутах. Брусок №1 с защитным покрытием на основе каолинового порошка выдерживал температуру 550°C около 3 минут. А брусок №7 с покрытием на основе жидкого стекла и бентонита начинал обугливаться с малой степенью пенообразования (Рис. 9).

По результатам измерений, которые приведены в таблице 4. было установлено, что наибольшая температура отходящих газов наблюдалась при

испытании контрольного образца (без огнезащитного покрытия). Контрольный образец при внесении в печь начал активно гореть и через 120 секунд потерял 16% массы - имел сильно обуглившуюся поверхность.

49

Таблица 4.

**Результаты огневых испытаний деревянных брусков размером
90x55x25 мм**

№	Масса образца, г		Потеря массы		Температура отходящих газов °С	Состояние бруска-образца
	До исп.	После исп.	Δm	%		
Конт.	106,8	89,7	17,1	16	185-188	При поступлении воздуха горить
1	118,4	110,1	8,3	7,0	170-175	При поступлении воздуха горить
2	122,0	111,2	10,8	8,8	177-180	Малое отслоение
3	139,8	137,0	2,8	2,0	150-155	Малое отслоение
4	109,8	104,3	5,5	5,0	145-157	Малое отслоение
5	121,6	117,8	3,8	3,0	145-155	Малое отслоение
6	137,2	129	8,2	6,0	170-172	Малое отслоение Начал гореть
7	129,4	117,8	11,6	9,0	178-180	Обугливание

Примечание. Температура испытаний 700-750 °С.

Самыми огнестойкими оказались бруски, покрытые составами, содержащими 95,0 75,0 и 50,0 масс. % не вспученного вермикулита – образцы с номерами 3, 4 и 5. При испытаниях брусков покрытых огнезащитными составами, наблюдалась следующая динамическая картина происходящих процессов, определяемая по температуре отходящих газов. В течении 5-6 минут температура отходящих газов составляла 145-155°С, что указывало на

меньшие значения эффективности горения образца.

В пятой главе диссертации **«Разработка средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений»** приведены результаты исследований по получению и исследованию новых средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, таких как огнетушащие составы и огнетеплозащитные преграды.

Ультразвуковым методом получены стабильные суспензии минерала вермикулита. В процентном соотношении отношение жидкость/твердое тело составляло: жидкость от 99,522 % до 98,140 % и твердое тело от 0,478 % до 1,860 %. В качестве жидкой среды применялась вода. Интервал времени обработки смеси жидкость/твердое тело составляло от 0,4 до 3-х часов. Исследовано влияние pH-среды на эффективность ультразвукового диспергирования и получения суспензий. Область исследований pH-среды

50

составило от сильнокислотного (pH=3-4) до сильнощелочного (pH=9-10). Выявлено, что кислотные и щелочные реагенты положительно влияют на эффективность диспергирования минерала вермикулита при ультразвуковом воздействии.

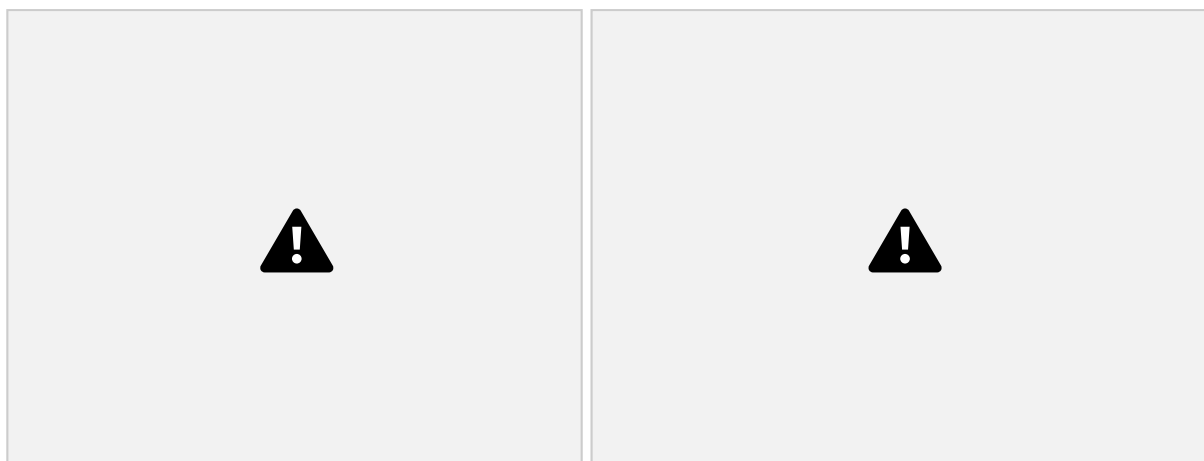


Рис. 10. Снимки топографии поверхности наночастиц вермикулита (левая) и зерновое распределение по размерам частиц

Исследования показали, что в зависимости от соотношения жидкость/твердое тело, pH среды, времени воздействия, интенсивности частот ультразвукового поля можно получить стабильные суспензии минерала вермикулита, которые не оседают в течение долгого периода времени. По нашим наблюдениям этот период составил больше одного года. Полученные суспензии послужили основой при разработке эффективных жидких и порошковых огнетушащих составов.

На сканирующем зондовом микроскопе SolverNEXT (Россия) исследована светлая фаза полученной суспензии вермикулита (Рис. 10.). Получены снимки топографии поверхности наночастиц на основе вермикулита, а также рассчитаны их зерновое распределение по размерам

частиц.

Топография поверхности наночастиц (Рис. 10, левая) показывает, что по одному из параметров (h - высота) максимальное значение находится в пределах 250 нм. Из второго снимка (правая) можно увидеть, что распределение по размерам частиц находится в пределах от 50 до 400 нм. Максимум распределения приходится на частицы с размерами 250÷300 нм.

Целью получения суспензий с высокодисперсными частицами вермикулита являлось изучение их влияния на горючесть древесных материалов, а также оценка их огнегасящих свойств.

Впервые апробирован и предложен новый способ оценки эффективности жидких огнетушащих составов. Эффективность полученных суспензий оценивались посредством измерения температуры отходящих газов, выделяющихся при горении обработанных образцов древесины, из керамической трубы на установке «Керамическая труба».

51

Ниже приводятся результаты испытаний по оценке эффективности высококонцентрированной суспензии следующего состава: бентонит - 387,1 гр, вода 600 гр, гидрокарбонат натрия 67,1 гр, тонкодисперсный вспученный вермикулит 36,6 гр ($160 \leq \text{мкм}$), а также суспензий содержащих наночастицы

минерала вермикулита. На рис. 11. показаны результаты исследования влияния этих суспензий на время начало горения древесины. Как показано на рис. 11., №1 –

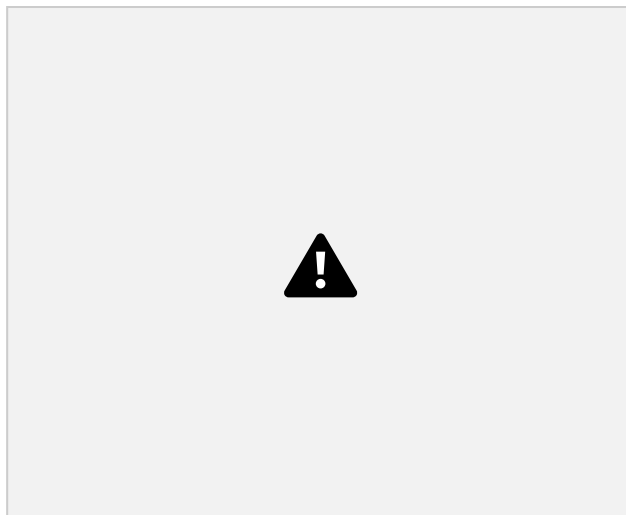


Рис. 11. Зависимость температуры выходящего теплового потока от времени вермикулитовой суспензией.

это показатель температуры отходящих газов, в зависимости от времени нагревания, обработанного обычной водой образца древесины. Линии №2-1 и №2-2 это показатели температур отходящих газов, в зависимости от времени нагревания обработанных вермикулитовыми суспензиями образцов древесины. Образец №2-1 это показатель образца древесины, обработанного бентонит – Образец №2-2 это показатель образца древесины, обработанного суспензией, полученной на основе наночастиц

вермикулитов. Из сравнения линий №2-1 и №2-2 видно, что при относительно малых расходах вермикулитсодержащих нанофлюидов можно достичь близких показателей как в образце 2-1. Большая разница во времени начала горения образцов №1 и №2 показывает эффективность суспензий, полученных с высокодисперсными частицами вермикулитов, в качестве жидких огнетушащих составов.

Также в работе получены и исследованы новые составы двух типов вермикулитсодержащих конструкционно-теплоизоляционных плиточных материалов. Образцы материалов получены из следующих основных компонентов: тонкодисперсный вермикулитовый концентрат, новый гидрофобный вспученный вермикулит, стандартное натриевое жидкое стекло, волокнистые компоненты (пропитанные антипиреновым составом рисовая солома, микрокристаллическая целлюлоза – МКЦ или стекловолокно), пористые и инертные наполнители (SiO_2 - пористый силикагель или МК - микрокремнезем), а также ортофосфорная кислота как антипирен. Полученные образцы вермикулитовых плиточных материалов исследовались по основным физико-техническим и пожарно-техническим параметрам.

Испытания полученных образцов по основным пожарно-техническим параметрам показали, что полученные материалы являются негорючими и относятся к группе со слабо дымообразующей способностью. Эти данные показывают, что полученные новые материалы обладают высокой степенью

52

пожарной безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему «Создание огнестойких покрытий и теплоизоляционных наполнителей на основе местного минерального сырья» представлены следующие выводы:

1. Разработан новый эффективный метод получения и механизмы измельчения фракций Тебинбулакского вермикулита различной дисперсности при помощи акустического поля и химических реагентов. На основе зависимости основных свойств минерала вермикулита от размеров его частиц, разработаны механизмы проявления термических и теплофизических свойств дисперсного минерала вермикулита, таких как степень вспучиваемости, теплопроводность и эндотермические эффекты в термограммах. Разработка механизмов проявления термических и теплофизических процессов минерала вермикулита в зависимости от степени дисперсности даст возможность предварительно оценить эффективность огне- и теплозащитных составов на минеральной основе.

2. Определено, что эффективность термических и огнезащитных свойств вермикулитов различной дисперсности и пылеватых смесей на их основе, взаимосвязаны с эндотермическими эффектами их термограмм. Разработаны методы управления термическими и теплофизическими свойствами минерала вермикулита и составов на основе вермикулита путем воздействия на термические свойства минерала.

3. Разработана математическая модель пористой дисперсной системы на основе высокодисперсных частиц минерала вермикулита.

4. Разработан новый двухэтапный способ воздействия на термические и теплофизические свойства минерала вермикулит. Для этого на первом этапе

на вермикулит проводится воздействие сильными кислотами: ортофосфатом (H_3PO_4) и азотом (HNO_3), и на втором этапе воздействуют различными реагентами. Разработанный новый метод даёт возможность влиять на величину температуры вспучивания минерала вермикулит и созданных на его основе огнезащитных составов и изменять в нужном направлении.

5. На основе Тебинбулакского вермикулита разработаны новые виды вермикулита с улучшенными свойствами. Это вермикулиты с относительно низкой температурой вспучивания, вермикулиты с увеличенной температурой интервалом вспучивания, гидрофобный вермикулит и вермикулиты с хорошо сохраненной пористостью. На основе этих вермикулитов с улучшенными свойствами созданы новые по составу эффективные огне- и теплозащитные материалы и огнетушащие составы.

6. Впервые использованы новые активированные и модифицированные вермикулиты при получении смесей, защищающих от огня деревянные и металлические строительные материалы. Применение разработанных огнезащитных составов позволило придать горючему древесному сырью свойство трудногорючести и увеличить время достижения критической температуры для металлов (500°C). Применение разработанных

53

огнезащитных покрытий позволило деревянные материалы из группы Γ_4 (сильно горючие) перевести в Γ_1 (слабо горючие) согласно требованиям государственного стандарта и дало возможность увеличить время достижения критической температуры в металлах от 15 мин до 45 мин (в 3 раз).

7. Разработаны активированные и модифицированные вермикулиты и на их основе эффективные огнезащитные покрасочные материалы и покрытия, и создана технология их производства.

8. На основе вспученного вермикулита, натриевого жидкого стекла, концентрата минерала вермикулита и ортофосфорной кислоты разработаны новые пористые материалы двух видов, входящие в группу теплоизоляционных негорючих материалов.

9. Разработанная технология получения нового силикатного покрасочного материала на основе новых модифицированных тонкодисперсных вермикулитов внедрена в ООО «Уз-ДонгЖУ Пэинт Ко» г. Андижан. Полученный по созданной технологии покрасочный материал прошёл испытания в аккредитованной Национальной сертификационной системой пожарно-технической лаборатории Главного управления пожарной безопасности Министерства внутренних дел РУз, подтвердившей соответствие эффективности огнезащитных древесных строительных материалов требованиям государственного стандарта.

10. Впервые показана возможность получения стабильных суспензий на основе минерала вермикулита ультразвуковым способом в водной среде. Исследование полученных суспензий показало существование в них вермикулитсодержащих наночастиц и на основе этих суспензий получены

новые эффективные огнетушащие составы. На основании проведенных исследований разработан способ определения дополнительного параметра, используемого при оценке эффективности жидких огнетушащих составов.

54

**ONE TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC
DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCES ON THE BASIS OF SCIENTIFIC
COUNCIL 14.07.2016.T.23.01 AT TASHKENT INSTITUTE OF
IRRIGATION AND MELIORATION, TASHKENT INSTITUTE
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION AND TASHKENT INSTITUTE
OF RAILWAY TRANSPORT ENGINEERS
HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF FIRE SAFETY**

KURBANBAEV SHUKHRAT ERGASHEVICH

**CREATION OF FIRE-PROOF COATINGS AND THERMAL
INSULATING FILLERS BASED ON LOCAL MINERAL RAW
MATERIALS**

05.10.02 – Safety in emergency situations. Fire, industrial, nuclear and radiation safety
(technical sciences)

ABSTRACT OF THE DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent - 2016

55

The subject of doctoral dissertation is registered at Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number 30.09.2014/B2014.3-4.T209.

The doctoral dissertation has been carried out at the Higher technical school of fire safety. The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) has been posted on the website at (www.tiim.uz) and on Information-educational portal “Ziyonet” at (www.ziyonet.uz).

Academic consultant: Mirzaev Sirojiddin Zaynievich

doctor of physical and mathematical sciences

Official opponents: Tulaganov Abduqobil Abdunabievich

doctor of technical sciences, professor

Shipacheva Elena Vladimirovna

doctor of technical sciences, professor

Ismailov Ravshan Israilovich

doctor of chemical sciences, assistant professor

Leading organization: Samarkand state architectural and civil engineering institute

Defense to the doctoral dissertation will take place on “_____” _____ 2016 at the one-time Scientific Council 14.07.2016.T.23.01 meeting at the Tashkent institute of irrigation and melioration, Tashkent institute architecture and construction and Tashkent institute of railway transport engineers at the following address: 100000, Uzbekistan, Tashkent, Kary Niyazov street, 39. Phone: (99871)

237-22-67; fax: (99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiim.uz.

The doctoral dissertation is registered in Information-resource center at Tashkent institute of irrigation and melioration (registration number ____). The text of the dissertation is available at the Information research center at the following address: 100000, Uzbekistan, Tashkent, Kary Niyazov street, 39. Phone: (99871) 237-19-45.

The abstract of the dissertation was circulated on “ ____ ” _____
2016 (mailing report № _____ dated on _____ 2016).

M.H. Hamidov

Chairman of one-time Scientific Council for the award
the degree of Doctor of science, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

T.Z. Sultanov

Scientific Secretary of one-time Scientific Council for the award
doctoral degree, Doctor of Science

B.A. Mavlyankariev

Chairman of the scientific seminar of one-time Scientific Council
to award the degree of Doctor of Science, Doctor of Science, professor

INTRODUCTION (Annotation of the doctoral dissertation)

The relevance and demanding of the dissertation the theme. Currently, in the world in the field of safety of buildings and structures for various purposes it occupies leading places on the basis of the creation of innovative ideas and technologies of the new generation of effective means of fire safety. To the “Fire statistics mainly in the world cause of fires to the human”’s life activity safety, the amount of damage falls to the economy and ecology”¹. Due to the rapid growth of science-technics development, modern industrial facilities and increasing of the number of buildings with complex structural solution of fire safety of these and other types of objects to provide quality of fire safety are one of the important problems. In this direction in the developed countries of the world, it has been paid particularly attention to increase the issues of fire safety building constructions and items fire safety, producing based on mineral raw materials and improvement of highly effective and combined flame retardant materials.

In the Republic of Uzbekistan it is conducted large-scale measures to ensure the fire safety of buildings and structures creation and improvement of modern flame retardants and systems. In this field, including the creation of on the basis of local raw materials, new flame retardants provide fire resistance of building structures and materials, to improve the quality of technical means of preventing fires, to ensure the appropriate development of flame retardants with an

accelerating pace of technology, are conducted a series of research investigations.

In the world to provide fire safety of building and constructions as “passive” type of fire protection insulating and intumescent coatings to create them with modern technologies and effective ways based on building constructions and improve of fire retardants have especial place. In this direction to conduct implementation of targeted research is one of the important aims of the following areas such as the development of technologies and the components that form the basis of flame retardants; improving the development of thermo physics and thermochemical processes functioning flame retardants; minerals widespread in the nature based on heat and fire retardant highly effective new generation cover as well as the development of compact and efficient methods for assessing fire retardant and fire-extinguishing properties of the compounds used. Abovementioned scientific-research works are commented the topicality of this dissertation theme carrying out with the scientific investigations.

This dissertation research is to a certain extent the tasks provided for in the Law of the Republic of Uzbekistan “About fire safety” (2009), the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan № PP–1048 on January 27, 2009 “On the program of localization of production of finished products, components and materials based on industrial cooperation in 2009”, the Decree of The Cabinet Ministers № 89 on March 28, 2013 “About fire safety “ to implement the measures about the Law of the Republic of Uzbekistan” as well as in other legal instruments adopted this sphere

⁻¹ World Fire Statistics. Center of Fire Statistics. Report. №21. 2016. – 63 p.; http://www.pozhproekt.ru/pozharnaya_statistika.

Compliance research priority areas of science and technology of the Republic. This investigation has been performed in accordance with the priority directions of science and technology development of the republic: VII. “Chemical technologies and nanotechnologies”.

Overview of the international research on the dissertation theme². Research investigations aimed at creating protection means having different functional characters of a new generation modern fire protection, the materials cover fire retardant of building constructions and design compact, faster and higher accurate testing ways are made in the leading research centers and higher education establishments, such as the Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University, the National Institute of Standards and Technology, Texas University, Sherwin Williams, Great Lakes Chemical, Dow Chemical (USA), International Paint Ltd, BRE Global Limited (United Kingdom), PPG Industries Netherlands, Akzo Nobel (Netherlands), Badische Anilin und Soda Fabrik (BASF), Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung), Institut für Technische Chemie-Leibniz Universität Hannover (Germany), Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille (France), Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano (Italy), Universidade do Estado do Rio Janeiro (Brazil), the Scientific Innovative Center of Construction and Fire safety (St. Petersburg), All

Russian fire protection service research institute, Academy and St. Petersburg University of the State Fire Service of Russia, Tashkent State Technical University, Tashkent Institute of chemical technology, and in the Higher technical school of fire safety (Uzbekistan).

To develop measures of providing the fire safety of building and constructions, to create and compact, complex and faster testing ways, different intumescent for a variety of surfaces from heat and fire protective coatings, relating to the work in the world, obtained the following research results, including: a new class of nanostructured flame retardant composite coating consisting of a tiny layer of polysaccharides coated nanoparticles substances (Bundesanstalt für Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung, Germany); designed uniform multilayer coating based on carbon nanotubes, which significantly reduces the flammability of materials (the National Institute of Standards and Technology, the USA), developed and improved mathematical model, algorithm and parameter analysis software and forecast fire danger of substances and materials (Scientific and production association “Teploognezashita” and Tomsk State University, Russia) developed a compact laboratory test methods of fire protective coatings for steel, wood and other types of materials, small scale tests - small-scale tests (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, France).

In the world with the achievements of advance idea and technologies on the effective enforcement of building and constructions fire retardant, which is achieved mainly by treating them with heat-insulating and intumescent coatings, on a number of priority areas of research are carried out, including: development of

⁻² Review of foreign scientific research on the topic of the thesis is based on: <http://industrial-coatings.ru/archive>, <http://www.ogneportal.ru/news/russia/>, <http://www.fire-smi.ru/arhiv>, <http://academygps.ru/nauka/nauchnyj-zhurnal-pozhary-i-chs/arkhiv-nomerov/arkhiv-nomerov-za-2015-god> and other sources.

58

more efficient and new classes of fire and thermal barrier coatings; the development of models, to create fire protective contains main components of physics and chemical characters management of opportunities new method and technologies, model, algorithms and computer programs of calculation to evaluate the fire and heat protection characteristics of the compositions; development of multi-functional disperse systems with the use of nanoparticles and nanotechnology with highly protective and other beneficial properties; development of compact, efficient and accelerated test method to comprehensively assess the fire-retardant and other properties of the coating.

The degree of knowledge of the problem. The research questions of theoretical and practical tasks to reduce fire danger of building designs and materials, create highly effective fire protection and testing of dedicated work Edward D.Well (the Polymer Research Institute, Polytechnic Institute of New York University), R.Nastsimento (Universidade do Estado do Rio Janeiro (Brazil), Elizabeth Ranucci (Dipartimento di Chimica Università degli Studi di Milano, Italy), Serge Burbizho, Sofia Dukuen (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, France), Bernard Shartel (Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung,

Germany), Manfred Doring (Karlsruher Institut für Technologie KIT Institut für Technische Chemie, Germany), Debbie Smith (BRE Global Limited, Great Britain), Axel Kalader (Inomat GmbH, Blizkastl, Germany), V.L.Straxov and others (Private shareholding society “Teploognezaschita”, Russia), A.Ya.Korolchenko, A.B.Sivenkov, N.V.Smirnov, T.R.Eremina (Russia emergency situations ministry State fire safety service all Russian fire protection service research institute), T.Yu.Eremina, A.B.Sivenkova, B.B.Serkova (Russian Academy of State Fire Service), M.V.Krashennnikov (Scientific innovation center of Construction and Fire safety, St. Petersburg), S.N.Nenahov (Research production center “Teplohim”, Moscow) and others.

The investigations on the development and implementation of a variety of fire-retardant materials based on mineral vermiculite, reflected in the works of including K.N.Dubenetskiy, S.I.Hvostenkov, G.V.Gemmerling, Ya.A.Ahtyamov, Yu.M.Tihonov, A.V.Sidorov, A.N.Scherbina, A.P.Pozhnin, A.I.Koltsov, A.S.Makbuzov, A.Z.Zhukov, M.S.Martin Blanez, M.S.Himenez, A.Left, A.N.Nguen, L.Dyulaks, A.V.Pobedinskiy, O.N.Krashennnikov and many others.

In Uzbekistan, one of the scientists who conducted the research on the application of the mineral vermiculite by P.A.Arifov candidate of chemical sciences, had some results, including findings of some types of flame and thermal protection materials.

The processes of creating new “passive” means of fire protection happens all the time. The reason is each of these tools has its own positive and negative qualities and indicators. That’s why that it is improved and developed in the direction of providing the main criteria, such as the duration and effectiveness of fire protection, longer service life under normal operating conditions and to minimize value of the developed product. At the present time, despite the range of fire-retardant materials offered on the construction markets of the world and our republic, the creation of new efficient materials with complex functionality is an

59

urgent task. The reason is that the flame-retardant materials producing in our republic mainly brought from abroad used in the construction of various facilities or imported completely, or the majority of these materials are made on technologies of developed foreign firms. In some research in the area of the creation of fire-retardant new materials are used by harm chemical components. It has not been enough investigated the scientific research works in the creation with complex functionality fire protection coatings on the base of mineral raw materials.

Connection of the dissertation topic with research works of higher educational institution where the thesis has been made. The dissertation research has been carried out within the framework of the application of scientific and technical projects on topics: №KA-12-001 “Technology of production of environmentally friendly slow-burning wood-shaving plates” (2012-2015), №A4-FA-F-152 – “Development of modern technology new materials with predetermined properties based on local mineral raw materials - fine vermiculite “ (2012-2014); Number FA-A4-F063 – “Development of technology for new

building materials based on vermiculite with high thermal and sound insulating properties” (2015-2017).

The aim of the investigation is to create protective means against fire on the base of local mineral raw materials.

To achieve the main objective must be to address the following **research objectives**:

- to work out prognosis ways of effectively of fire retardant characters, physics condition of different dispersion vermiculites and modified vermiculites, through studying of thermic and thermo physics characters and on the base of their components to protect from fire and heat;

- to work out based on mineral vermiculite high dispersion of fire extinguishing and to create the way of obtain heat isolated properties and on the base of obtained vermiculite large functional components;

- to provide an internal structure of vermiculite mineral retardant main components, physics condition and external fields of chemical components (ultra sound and heat) and through chemical reagents thermic and heat physics characters. Through it works out mechanisms fire protection construction materials of vermiculite mineral and on the base of their components;

- to create intumescent coatings effective fire protection on the base of vermiculite mineral and on the base of wood and metal contain building constructions and improve materials fire retardant and work out multiple stage protection ways;

- to create new components of heat protection materials on the base of local mineral raw materials and to analyze their main fire technic characters and on the base of them inflammable heat protection coating and to work out construction materials;

- to obtain optimal dispersed systems of vermiculite mineral and on the base of them to create high effective new fire retardant components and to work out new ways of effective assessment of liquid fire retardant means.

The object of research is the building materials of wood and metal,

60

Tebinbulak vermiculite, and Angren kaolin and silicate solutions. **The subject of the research** is to provide fire retardant building materials of wood and metal with thermic, heat physics and fire safety index of new effective contained protection means with influence of building and constructions. **Research methods.** In the course of research has been used IR - spectroscopy, differential - thermal analysis method, chemical and mass - spectrometric analysis, optical and electron microscopy research methods. **Scientific novelty** of the research is as follows:

- developed effective highly dispersed fillers based on mineral vermiculite with refractory and insulating properties;

- vermiculites obtained with improved physical-technical and thermal properties, provides an effective increase in fire safety: vermiculite at a relatively low and high temperature of swelling; vermiculite types with extended a well preserved porosity;

the finely dispersed of vermiculite minerals influence of ultra sound and chemical reagents with modification ways of improvement were worked out via vermiculite fire protection function;

worked out new components of multiple stage protection of fire retardant on the base of modified finely dispersed vermiculites providing wood building materials to hard burn group according state standard (GOST 12.1.044);

worked out new fireproof silicate paints on the base of modified finely dispersed vermiculites technology;

worked out non-flammable insulation material on the base of exfoliated vermiculite, intended for use as fire barriers;

developed inorganic nonflammable foam developed on the base of fine dispersed vermiculite and phosphoric acid;

Developed new liquid fire-extinguishing compositions on the base of fine dispersed vermiculites and the method of assessing the effectiveness of extra index and the way of definition.

Practical research results are as follows:

it elaborated the new technological ways to obtain materials having heat physics and physics chemical ultra sound field, chemical reagents and their effect on the base of vermiculite mineral;

it developed the new component of the effective enforcement of building and constructions fire retardant coatings and fire protection heat safety materials based on the local mineral raw materials - Tebinbulak vermiculite;

it achieved a significant reduction of fire danger building materials. The use of flame retardants translates flammable wood materials in the slow-burning materials group, the time required to effectively reduce the metal to a critical temperature (500 °C) increased to 45 minutes (3 times);

it developed an effective method for producing highly fillers, based on local mineral vermiculite, with fire-resistant and heat-insulating properties; it developed and implemented in the production technology of obtaining a new fire retardant paint silicate based fine modified vermiculites; it developed the computer programs that enhance the evaluation of flame

61

retardant and fire-extinguishing properties of the resulting compositions. **The reliability of the assessment results of the research** proved the accuracy of measurement instruments, comparing the experimental results with the calculated and theoretical data, using the fundamentals of molecular physics and thermal physics, mathematical proven ways to assess the state of security systems, as well as a comparison with the results of other researchers.

Theoretical and practical significance of the study results. The scientific significance of the results of research lies to develop the theoretical bases on efficiency of fire resistance workout the influence of their combined effect on the physical condition and heat physics properties and it is commented to become perfect the influence of mechanisms.

The practical significance of the research results is that developed on the

basis of local mineral raw material-Tebinbulak vermiculite, new products intumescent fire retardant coating, non-combustible insulation materials and extinguishing agents are effective in reducing fire hazard of building structures and materials.

Implementation of the research results. On the base of obtained results by the local mineral raw materials the flame retardant with real fire and thermo isolation agents:

the production of new fire-proof materials on the basis of local mineral raw material Tebinbulak vermiculite implemented in “Uz-Dong JU Paint Co” joint venture (“UzAvtosanoat” Shareholding company”s reference from 17 October 2016, № 7/04-25-2340). Obtained research results flame-retardant paint wood building constructions and materials are provided fire retardant affectivity;

fire-proof and fire retardant paint materials and coatings on the base of local mineral raw material “Tebinbulak” vermiculite were used in the constructing of individual sample buildings in Turtkul district of the Karakalpakstan Republic and in the different buildings of the productions of (the reference from 26 October 2016, №29/3-1-3456) the head management of Fire safety of the Ministry of internal affairs. As a result the risk of fire level of the buildings reduced by 1,1-1,8 times ,the fire probability reduced by 2-3 %, amount of damage of the fire reduced by 1-2 %;

on the base of antipiren substance and mixture modified high dispersed inert agents to create fire retardant components and on the base of building materials the methods to improve fire resistance №KA-14-003 with the project of “Obtained resource safe antipirens on the base of production of litters creating of fire resistance building materials and implement them” (2015-2017) used efficiency of fire resistance of wood materials of new antipiren components (the reference of the committee of the coordination of technologies and science of the Republic of Uzbekistan from 24 October 2016 №FTK-0313/707). To use of the research results gave the opportunity to create new antipiren components efficiency of fire resistance of wood materials.

Approbation of the research work. The main results were presented and discussed in a number of international conferences, including: “Central Asian International Conference on Chemical Engineering” HT'12 (Tashkent, 2012), the

62

Fourth International Scientific and Practical Conference “Firefighting: Issues, Technologies, Innovations” (Moscow 2015), 45th World Chemistry Congress. The IUPAC-2015 (Busan, Korea, 2015), “11th International Conference on Advanced Polymers via Macromolecular Engineering” (Yokohama, Japan, 2015)”, “Actual problems of branches of chemical technology” (Bukhara, 2015) VIII of the international scientific-technical conference “Mining and metallurgical complex: achievements, problems and modern trends of development” (Navoi, 2015), 16th Asian chemical congress (16ACC) (Dhaka, Bangladesh, 2016), “Prospects for the use of innovative technologies in the field of architecture and construction” (Samarkand 2016), 46th IUPAC World polymer congress. MACRO 2016 (Istanbul,

Turkey, 2016), Khujand Symposium on Computational Materials and Biological Sciences, KSCMBS-2016 (Khujand, Tajikistan, 2016), in a number of national scientific and technical and scientific conferences (2010-2016.), and also in the regional stages of the VIII Republican fair of innovative ideas, technologies and projects on 2-4 April, in the cities of Namangan, Andijan and Ferghana, which were presented by the development of the thesis. At the VIII Republican fair of innovative ideas, technologies and projects, the development of “Dry mixture based on mineral vermiculite” was presented on May 19-21, 2015. At the exhibition of achievements of environmentally friendly technologies “Environmental Week 2015”, on the 2nd June in 2015 in the complex of “Tashkent Plaza” was represented by the development of “Fireproof dry mixture of vermiculite”.

Publication of the research results. According to the thesis topic has been published only 37 scientific works. Of these, 1 monograph, 14 scientific articles, including 12 national, 2 foreign journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of basic scientific results of doctoral theses.

The structure and scope of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, bibliography and appendices. The volume of the thesis is 200 pages.

THE MAIN CONTENTS OF THE DISSERTATION

In the introduction of the urgency and relevance of the theme of the dissertation, formulated the purpose and problems, identified the object and subject of study, to determine the appropriate research priority areas of science and technology of the Republic of Uzbekistan, presented scientific novelty and practical results of the study justified the validity of the results disclosed theoretical and practical importance the results obtained are shown a list of implementation in practice of the research results, the results of testing work,

information on published works and the thesis structure.

In the first chapter of the thesis **“Current status of fire protection of building structures and materials. Passive fire protection funds”** sets out analyzes the current state of fire protection of building structures and materials, their regulatory framework is considered. It presents data on basic fire-technical characteristics of the building materials such as steel and wood that without proper treatment are not resistant to the effects of flame and heat from fires. The analysis of scientific literature on the development of effective means to ensure the fire safety of buildings and structures, in particular to improve the fire resistance of building designs and products made of metal and wood using fireproof materials.

The results of research of promising trends on the development of flame retardants based on inorganic binders and intumescent additives to them, in particular flame retardants based on water-soluble silicates and clay minerals. As a result of analysis of published materials that describe the behavior of each individual component of the ready-made flame retardants when exposed to heat fluxes, as well as the mechanisms of the processes that lead to the reduction of fire danger building materials and products, selected the most promising types of local materials for research.

Such materials as a potential raw material for fire-resistant and heat insulating fillers and ready to use fire heat protecting materials were a clay and vermiculite mineral deposit, which provides information about the chemical composition and thermal properties.

The following are the details of the structure, chemical composition and properties of Tebinbulak vermiculite, kaolin and liquid glass that are the most available and promising materials for the development of effective means to ensure the fire safety of buildings and structures such as intumescent fire retardant coating, thermal insulation materials and extinguishing agents. Descriptions of basic research techniques.

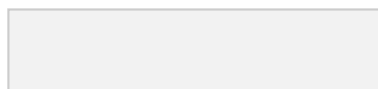
In the second chapter of the thesis **“Experimental - theoretical studies of the physical condition, thermal properties of porous disperse systems with vermiculite”** analyzed the results of theoretical and experimental studies of porous disperse systems with vermiculite.

The fineness of the porosity and the filler component are key characteristics, which must be adjusted to obtain effective fire heat protecting compositions. To solve the problems in the first stage of research conducted modeling porous disperse systems with vermiculite. Description of the structure of a porous material

64

based on vermiculite requires the use of dynamic models, which include inter packet in step vaporization space and mica elements reorientation under the influence of pressure generated steam.

For vermiculite temporal evolution of the porosity of the material when swelling can describe the type of function:



Where, - an initial porosity to swelling of the process; -
“resource” of porosity due to the reorientation, and the parting of the
buckling of plates of mica; - characteristic time of intense swelling, determines the
intensity of the thermal regime.

Table 1.

Fractions dispersed vermiculites

№	1	2	3	4	5	6
Fraction, MM	3,0-4,0	0,5-1,0	0,25-0,50	0,16-0,25	0,25 ≤	0,16 ≤

The next stage of research after the coarse and fine grinding of vermiculite concentrate (VC) held sieve separation into the various fractions (Table 1.). Subsequently, these fractions according to grain size are used to produce different types of materials.

Production of vermiculite in finely divided form as a flame retardant and heat-insulating filler is extremely important, because the fine fraction is more evenly distributed in the binder component, thereby enabling to obtain homogeneous preparations based thereon. Such formulations allow you to completely and evenly cover the entire surface to be protected and this considerably increases the quality of flame retardant formulations. Not unimportant is represented by the fact that the manufacture of various paints a fine mineral fraction is retained much longer in suspension, guaranteeing the safety of the commodity qualities of the material for a long time. The particles of the dispersed grains of the mineral vermiculite should not lose swelling properties, as it leads to a deterioration of thermal properties of the material produced from it. For these studies, the dispersed fraction selected №6 (Table 1.) with a grain size of vermiculite $160 \leq$ microns, obtained by mechanical means.

To establish optimal conditions for the mineral vermiculite grains with different sizes of their thermal properties were studied (Table 2. and Figure 1.). From Table 2, it shows that a decrease in the size of the particles of vermiculite, swelling degrees of importance to them, as expected are reduced. Mass loss values generally increasing towards finer fractions. Property swelling persists for a fraction with the smallest grain size (fraction number 5.) and has a value of 1.16.

Table 2.

**The test results of the thermal effects on a variety of particulate fraction
vermiculite concentrate (VC)**

№	Fraction, mm	Mass loss, %	V _{before} , cm ³	V _{after} , cm ³	V _{after} /V _{before}
1	0.5-1.0	5.37	1	3.80	3.80
2	0.25-0.50	4.87	1	3.27	3.27
3	0.16-0.25	4.73	1	2.29	2.29
4	0.25 ≤	7.35	1	1.34	1.34
5	0.16 ≤	6.75	1	1.16	1.16

Note: The temperature of 700-750 °C and holding time 60 sec.

For a more detailed presentation of the thermal properties of the VC in various dispersed states held their differential thermal studies derivatograph NETZSCH STA 409 PG / PC (Figure 1.). Heating is conducted in air to 500 °C at 3°C / min.

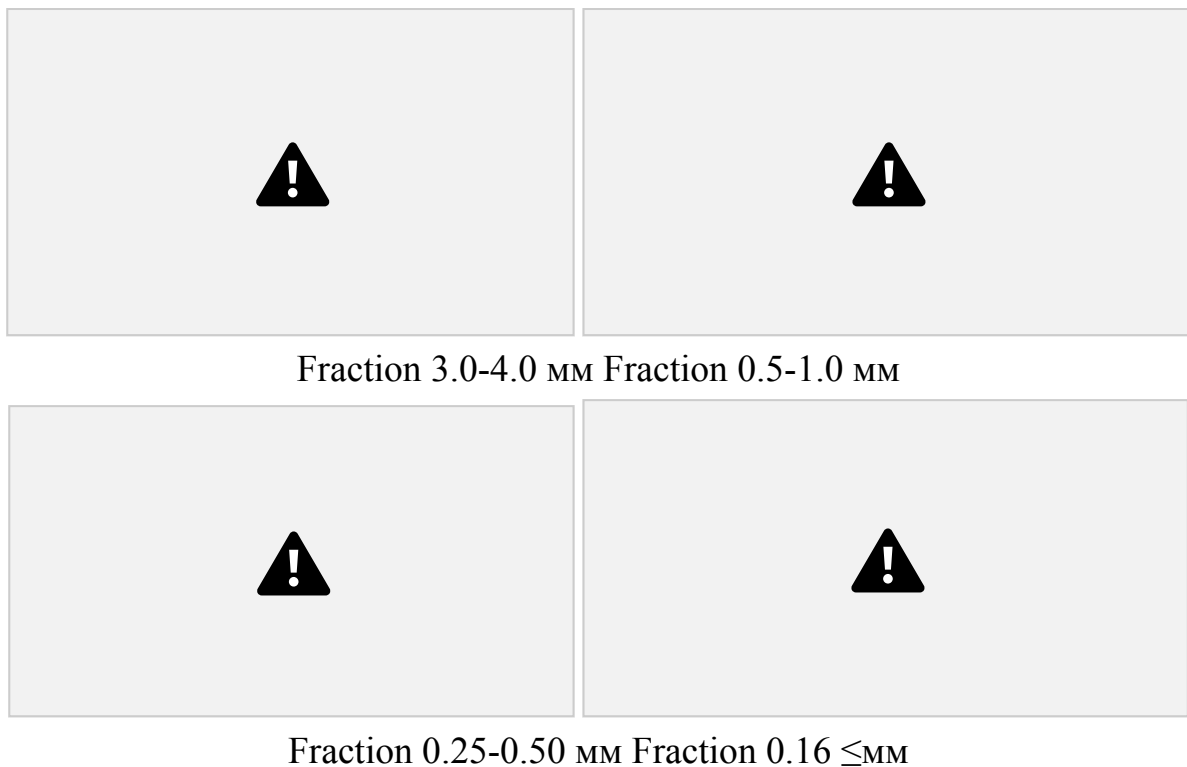


Figure 1. The thermograms of various disperse fractions VC

From these thermal images (Figure 1.) shows that with the increase of dispersion of the fraction №1 - (3.0-4.0) mm, to fractions №2 - (0.5-1.0) mm, №3 - (0.25-0.50) mm and №4 - 0,16 ≤ mm, the amount of weight loss that occurs mainly due to the evaporation of water is reduced in the following quantitative expressions of 5.43:4.64:4.48:3.93 respectively, and intensity increase observed endothermic

effects in the same order of the samples. The sample №4 second endothermic effect in 280-285 °C temperatures almost completely disappears. These changes are due to the fact that, during grinding vermiculite grains already have time to lose some of the water contained before its interlayer spaces. The disappearance of the sample in the thermogram №4, the second endothermic effect due to the fact that with the increase of dispersion increases the surface area of the material repeatedly and at the same time their activity increases. Therefore the finer the particles of vermiculite almost completely lose water contained therein at relatively low temperatures, i.e. at 90.2 °C (endothermic effect №4 sample in Figure 1.).

Conducted comparative measurements of thermal conductivity is widely used abroad nano powder silica Aerosil (manufactured by Degussa, Germany) and finely powders vermiculite.

The scheme set up in the lab, “Ion-Plasma Technologies and Thermal Physics of multiphase systems” Engineering Physics faculty of the Tashkent State Technical University named after Abu Rayhan Beruni, the experimental setup is shown in figure. 2.

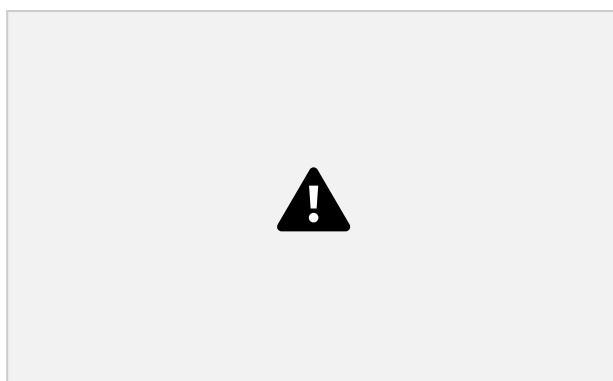
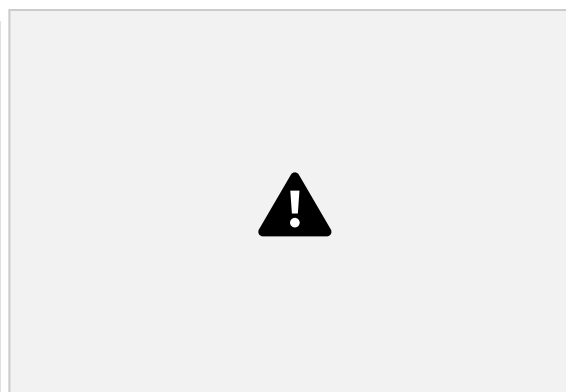


Figure 2. Conditional scheme of the experimental setup for measuring the thermal conductivity of powder materials



(□-on half radius, ○- center)

Figure 3-1. Temperature versus time for a mixture of cement powder (M400) and TTV (at 3V:V)

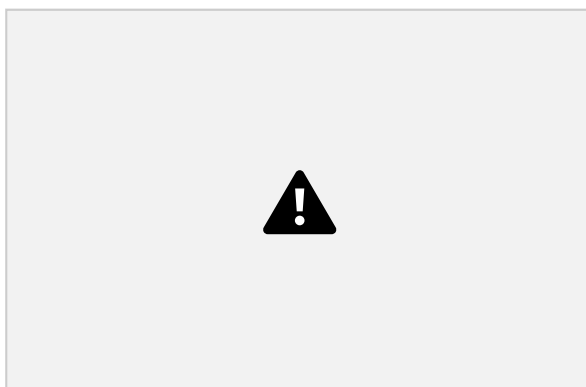


Figure 3-2. Temperature versus time for the powder of expanded vermiculite

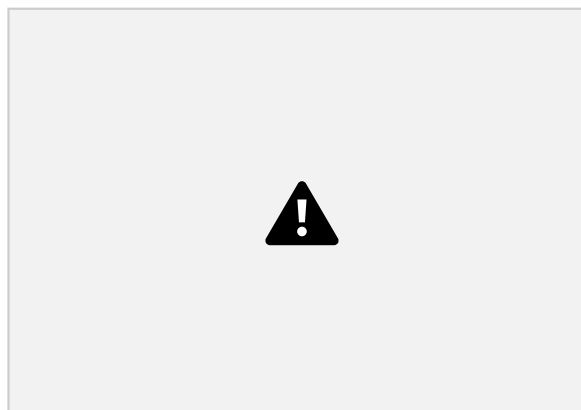


Figure 3-3. Temperature versus time for SiO₂ powder

The experiment used a thin-walled glass bulb - (1) the radius $R_0 = 0,05 \text{ m}$ -

67

(1). Inside the flask filled nanopowder silica were introduced thermocouple tube of polytetrafluorethylene - (2) with a predetermined relative to the center $r = 0$ (3) $r = R_0/2$ (4) position readings which were taken multimeters - (6 and 7). The flask was then placed in an oven - (5), which maintained a constant temperature of 170°C . The values for room temperature experiments Tarkosilom, vermiculite and Aerosil were taken 23°C , 27°C , and 25°C , respectively.

From the results of the graphs (from figure 3-1. to figure 3-3.) shows that the thermal conductivity varies little during the experiment, thus it is possible to find the mean value:

for Tarkosil - $\lambda = (2.67 \pm 0,03) \cdot 10^{-3} \text{ W / m}\cdot\text{K}$

for Aerosil - $\lambda = (3.25 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ W / m}\cdot\text{K}$

for vermiculite - $\lambda = (44 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} \text{ W / m}\cdot\text{K}$

Nanopowders obtained values of thermal conductivity of silicon dioxide (Aerosil and Tarkosil) and vermiculite are small compared with the glass ($630 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}\cdot\text{K}$) and can be compared with the air ($24 \cdot 10^{-3} \text{ W / m}\cdot\text{K}$), which makes them good heat insulators.

The third chapter of the thesis **“Development of intumescent flame retardants and their production technology”** is dedicated to the production and research of modified vermiculites and binders based on sodium water glass, as well as new compositions of fireproof materials.

The influence of various reagents on the physical condition and thermal properties of vermiculite in their different dispersion. This used two types we have developed a method of processing vermiculites.

The first processing method, as a raw material with unused VC $160 \leq \text{mkm}$ grain size, as modifiers used mainly in the form of inorganic salts 0.1%, 1%, 3%, 5%, 7% and 50% aqueous solutions, as well as saturated solutions. Saturation VC modifiers samples were performed in normal ambient conditions for several days. After stirring VC modifier solution in the volume ratio 1:3, respectively, the resulting mixture was heated to 120 days, stirring periodically during this time.

In the second method, the two-stage treatment produced VC with mineral acids HNO_3 and H_3PO_4 and further modifiers (Na_2SiO_3 , Na_2CO_3 , NaOH or NH_4OH). As a result of these experiments vermiculites obtained following types: vermiculite setback swelling - VCM-1, vermiculite with a stretched towards higher temperature values heave - VCM-2.

Next, the samples were subjected to the modified vermiculites thermal effects in a variety of conditions. Measurements of the expansion factor at a temperature of 600°C for 5 minutes, and the withdrawn samples of the thermogram obtained.

Samples vermiculites obtained at low (0.1%) and high (50.0% or more) concentrations of reagents, compared with the original sample of vermiculite in the

values of the coefficients estates noticeable blistering was observed. At an average solution concentration (5.0 and 7.0 %) reagents at their vermiculites treated samples were observed marked increase in swelling coefficient values from baseline vermiculite (from 1.16 to 1.80-2.00). Thus, from the values of the coefficients of swelling and the consumable amount of the modifying agent can be concluded that it is advisable for practical application to use vermiculite treated

68

with solutions with mean percentage values.

To evaluate the effectiveness of the samples modified vermiculites studied their thermal properties (Figure 4.).

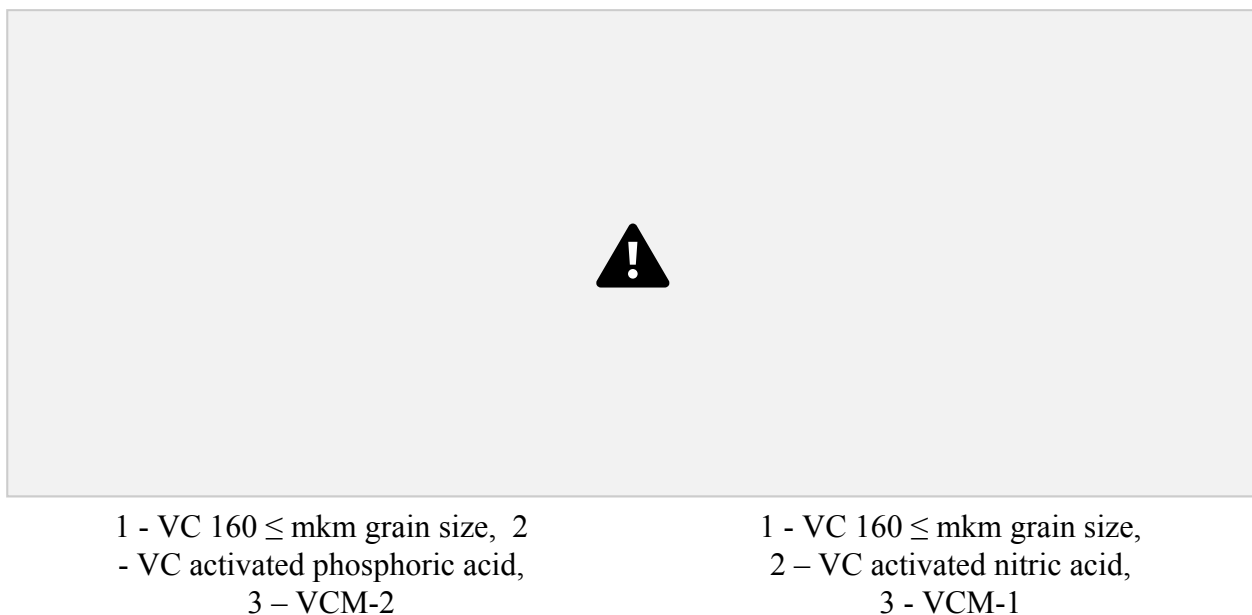


Figure 4. Thermograms activated and modified vermiculites Tebinbulak

Analyses and calculations of Figure 4. let make the following important conclusion: in the presence of the flame-retardant mixture of activated and further modified vermiculite, throughout the time of fire, such a mixture effectively exhibits flame retardant quality, actively opposing the firing front air layers of the water vapor. These sequences form air layers are manifested in 100-200°C, 300-500°C 600-900°C and significantly lower the temperature of fire front, delaying for a time spread of flames and slowing down the beginning of the active phase of combustion.

On the basis of laboratory experiments, the technology for production of activated and modifying vermiculites Tebinbulak field (Figure 5.). This technology allows various vermiculites get the desired properties. This vermiculite lower temperature swelling, vermiculite with relatively large temperature interval blistering and other hydrophobic vermiculite.

The developed technological scheme consists of the following parts: 1 - the pump; 2 - tank for preparing an aqueous reagent solution (HNO_3 , H_3PO_4 , Na_2SiO_3); 3 - reactor; 4 - dipstick; 5 - a refrigerator; 6 - an intermediate container;

7 - tank for sewage; 8 - filter.

The process of vermiculites processing is carried out in the following manner (Figure 5.):

The container (2) preparing a solution of the modifier in the desired percentage. The finished reactant solution by a pump (1) is pumped into the reactor (3). Then the calculated amount of fine VC is loaded into the reactor in portions (3) in constant stirring. During the addition and mixing of the reagent solution and fine VC reactor (3) is heated to 60-70 °C. The total time for the entire process up to

69

12 hours. The finished mixture from the reactor (3), with stirring, poured portion wise into an intermediate container (6) and then poured from the reactor mixture (suspension) is filtered through the filter portions (8). Then the resulting mass is dried.

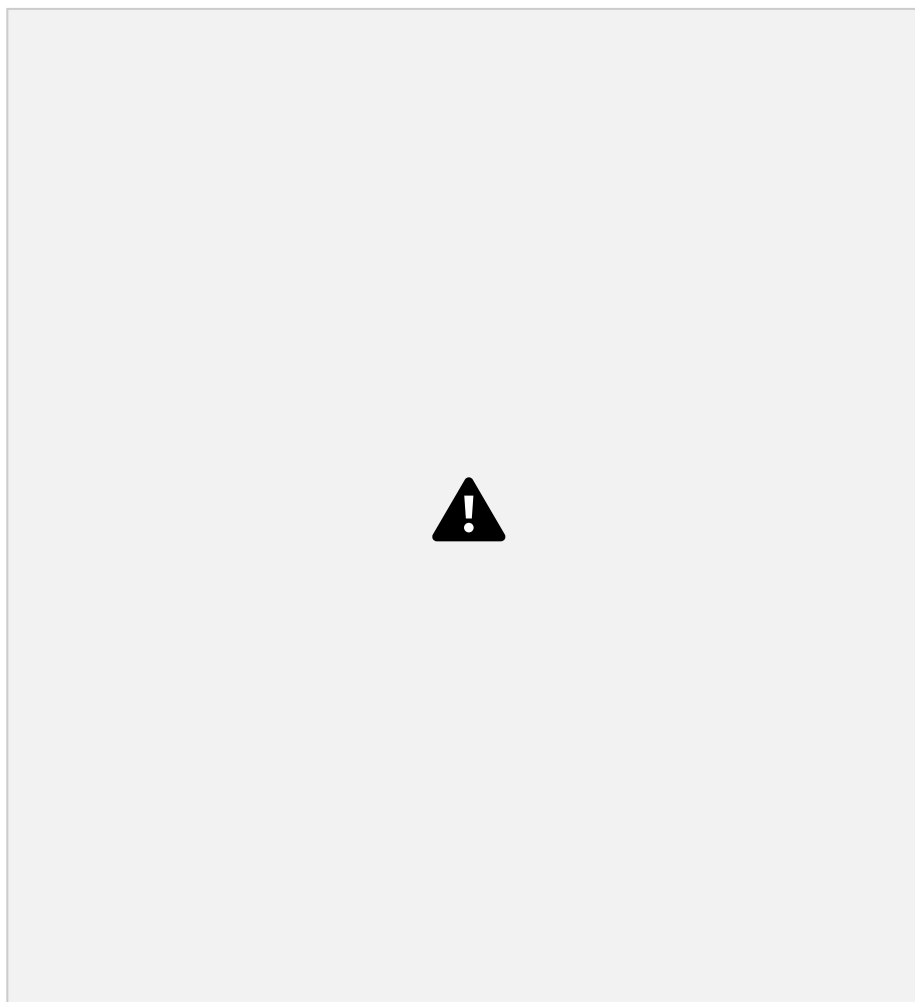


Figure 5. Technological scheme of preparation of activated and modified vermiculites

According to this technology can be developed to receive various types of modified vermiculites, which can then be used in the preparation of new compounds effective fire and thermal protection materials

The fourth chapter of the thesis **“Investigation of the effect on the fire**

safety of building materials obtained flame retardants” is devoted to the evaluation of flame retardant properties of the compositions, as well as their impact on fire-technical characteristics of building materials (wood and metal).

According to the regulations the effectiveness of a flame retardant for steel structures is determined by the achievement of critical temperature (500 °C) of the standard sample steel with flame retardant coating during thermal exposure.

An experiment to identify the effectiveness of fire retardant coating obtained with the following composition: 20 wt. % modified VC, 20 wt. % powder exfoliated vermiculite, 30 wt. % kaolin powder and 30 wt. % of concentrate dry

70

soda glass. Composite Modules of this experiment are shown in Figure 6. The time during which the heated metal plate and fixed temperature on the opposite side of it, was 150 minutes. The temperature of the metal plate was determined using a thermocouple Chromel-alumel. After two hours of heating the coated plate was not visually show any appreciable coating irregularities.

Figure 7. shows the metal temperature (Y-3 steel) plate 100 cm² and a thickness of 1.2 sm at one side heated for two hours at a temperature 860-900 °C: 1 without a flame retardant coating, 2 - a flame retardant coating thickness of 0, 12 cm 3 -. with flame retardant coating thickness of 0.25 cm showing temperature curves for the first hour of heating plate.

From this, it is evident that after 15-20 minutes of heating the temperature difference in the curves 1 and 2 is 55-60 °C, and the temperature difference between the curves 1 and 3 is 130-135 °C and maintained until the end of the experiment for 150 minutes. As a result of these studies it was found that the coating time value of effective protection against fire effects for metal products was 90 minutes.

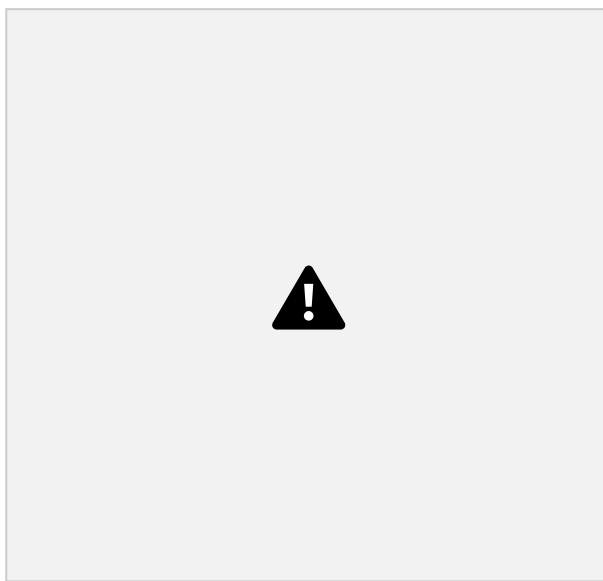
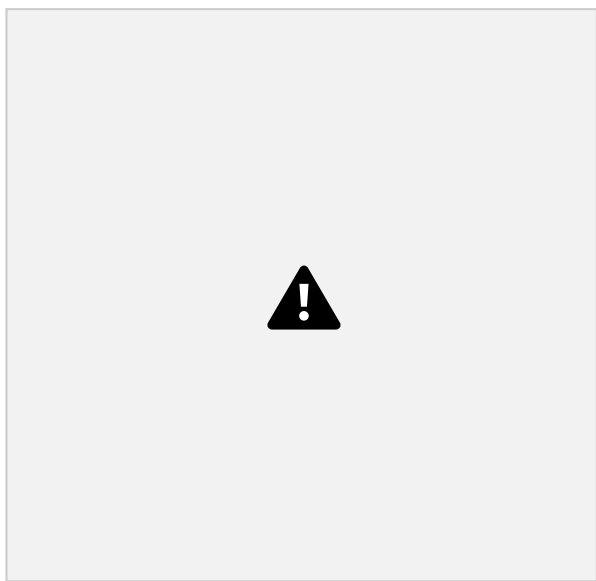


Figure 6. The circuit for measuring the qualities of fireproof coatings on metallic



**surfaces of the experiment
Figure 7. The results of the experiment to assess the**

The thickness of the fire-retardant coating was varied from 0.10 cm to 0.25 cm. With a maximum thickness of the coating (≈ 0.25 cm) could lower the temperature of the plate at 135°C (relative to the uncoated plate). The grain size of vermiculite powder is 160 microns or less. Therefore this formulation containing 20% of modified VC, 20% powder exfoliated vermiculite, 30% kaolin powder and 30% dry sodium glass, allows to significantly reduce the combustion temperature, having low heat-conducting properties even at relatively small thicknesses of the protective layer (of the order 0.20-0.25 cm). This fact, in some cases it may be a decisive factor in the problem of selecting the type of flame retardant coatings for

71

wood and metal constructions and materials.

The tests of fire-resistance coatings for wood, according to GOST 16363-98 «mean flame retardants for wood." The essence of the method was to determine the weight loss of the wood sample treated with the test coating when exposed to shooting in conditions conducive to the accumulation of heat.

We studied the following coating compositions (by weight, %): 1 - 15% VC, expanded vermiculite 15% kaolin 10% water glass 60% concentrate; 2 - VKM-1 - 20%, the VCM-2 - 10%, expanded vermiculite 20% kaolin 10% water glass 40% concentrate; 3 - VKM-1 - 15%, the VCM-2 - 10%, 25% expanded vermiculite, kaolin 10%, dry concentrate water glass 40%.

The results in table 3. show that, according to the requirements of GOST 16363-98 with all coating compositions №1, №2 and №3 belong to group I of fire proof efficiency. Thus, these results show the effectiveness of fire-retardant compositions obtained. This is especially noticeable in the coatings with compositions №2 and №3, compositions containing the new modified vermiculite, which have the lowest weight loss and thus show high values of fireproof efficiency for wood materials.

Table 3.

The results of the test to assess the effectiveness of fire retardant on the basis of liquid glass coating

№	Mass sample <i>m</i> , gr.		Temperature, °C		Mass loss Δm		Note
	Before	After	T _{begin.}	T _{end.}	gr	%	
1	144.2	134.4	202	334	9.8	6.8	It does not burn
2	140.4	135.9	201	316	4.5	3.2	It does not burn

3	142.6	134.1	201	326	8.5	5.9	It does not burn
---	-------	-------	-----	-----	-----	-----	------------------

Notes: 1) Exposure time fire two minutes; 2) The table shows the average values of weight loss on the results of the test series, the samples (10 samples in each series).

Further studies for flame retardant properties on wood-samples with bars 90x55x25 mm size prepared for testing fire retardant paint compositions of the following type: “fireproof insulating filler” + “binder component” + “polymer component” a filler content of 8% to 95%. The composition of the flame-retardant composition as a flame resistant thermal insulation filler used not expanded vermiculite - powder with a grain size of 40-160 microns, expanded vermiculite with a grain size of about 40-80 microns and a kaolin powder with a grain size of 40-80 microns.

72

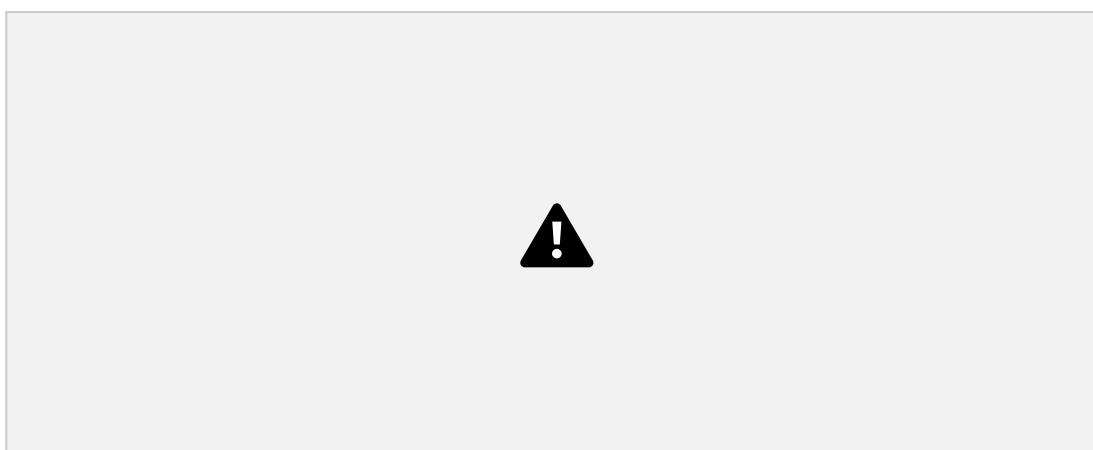


Figure 8. Samples of wood treated with flame retardants (before testing)

By using as the polymer components of the alkyd paint was prepared seven flame retardants, which is admixed to the paint in a ratio of 1:1 to form a flame retardant coating color. Tested seven following flame retardants, admixed with an alkyd paint: 1) kaolin 10% + 90% water glass, 2) expanded vermiculite 42% crude vermiculite + 8% + water glass + 42% kaolin, 8%; 3) is not expanded vermiculite 95% + 5% sodium silicate; 4) not expanded vermiculite 75% + 25% sodium silicate; 5) is not expanded vermiculite 50% + 50% sodium silicate; 6) is expanded vermiculite 10% + 90% sodium silicate; 7) liquid glass + 50% + 40% bentonite not expanded vermiculite (Figure 8.).

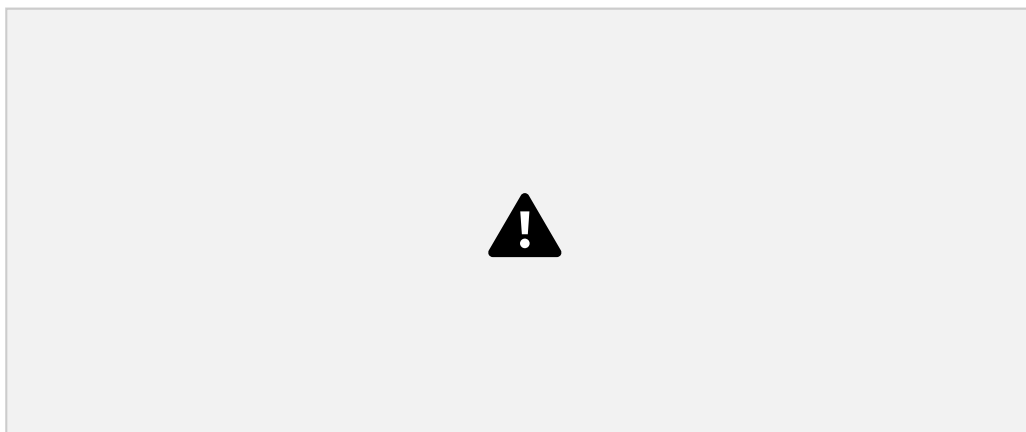


Figure 9. Samples of wood treated with flame retardants (after testing)

The following modifications were observed in the samples with samples tests. After 7-8 minutes the heat starts to reach a wooden base and flue gas temperature reaches 165-170 °C. Bars coated with the composition 95 % expanded vermiculite not 750 °C temperature maintained within 486 seconds (about 8 minutes) and the bars with a coating comprising 75% not exfoliated vermiculite 750 °C temperature was maintained within 424 seconds (approximately 7 minutes). After 1-2 minutes the test coating on them began to swell and char; bars themselves with virtually maintained their integrity. Follow 2-3 minutes the visible appearance of the painting bars practically unchanged. After 7-8 minutes of the test sample surface is beginning to char.

73

Table 4.

The results of fire tests of wooden bars sizes 90x55x25 mm

№	Mass sample gr.		Mass loss		Temperature exhaust gas, °C	Condition bar sample
	Before test	After test	Δm	%		
Standard sample	106.8	89.7	17.1	16.0	185-188	At receipt of air burning
1	118.4	110.1	8.3	7.0	170-175	A small detachment
2	122.0	111.2	10.8	8.8	177-180	Without significant changes

3	139.8	137.0	2.8	2.0	150-155	Without significant changes
4	109.8	104.3	5.5	5.0	145-157	Without significant changes
5	121.6	117.8	3.8	3.0	145-155	Without significant changes
6	137.2	129.0	8.2	6.0	170-172	A small detachment
7	129.4	117.8	11.6	9.0	178-180	Charring

Note. Test temperature of 700-750 °C.

Fire retardant coating containing vermiculite in an amount of 8 to 10% began to char for 3-4 minutes. №1 bar with a protective coating based on kaolin powder withstanding temperature 550 °C for about 3 minutes. A bar coated № 7 based on bentonite and water glass began to char with a small degree of foaming (Figure 9.).

From the measurements are shown in Table 4, it was found that the maximum flue gas temperature observed when the test control sample (without fire retardant coating). The control sample, if introduced into the furnace began to actively burn and after 120 seconds has lost 16% of the weight - had strongly charred surface. The most fireproof bars were coated with compositions containing 95.75 and 50 wt. % not expanded vermiculite - sample number 3, number 4. and number 5. When testing the bars coated with flame retardants, was observed following a dynamic picture of the processes defined by the temperature of exhaust gases. Within 5-6 minutes, the exhaust gas temperature was 145-155 °C, indicating

74

smaller value sample combustion efficiency.

The fifth chapter of the thesis **“New means of fire safety of buildings and structures”** is dedicated to the production and research of new means of fire safety of buildings and structures, such as extinguishing agents and fire heat protecting obstacles.

Ultrasonic method to obtain a stable suspension of vermiculite mineral. The percentage ratio of liquid/solid constituted from 99.522% to 98.140 % liquid and solid from 0.478% to 1.860%. The water was used as the liquid medium. Interval processing the mixture liquid/solid is from 0.4 to 3 hours. The influence of pH environment in the efficiency of producing suspensions. Area pH - environment

studies ranged from strongly acidic ($\text{pH} = 3 - 4$) to strongly alkaline ($\text{pH} = 9 - 10$). Studies have shown that depending on the ratio liquid/solid, pH environment, exposure time, frequency of the ultrasonic field intensity can obtain stable suspensions of vermiculite mineral, which do not settle for a long period of time. According to our observations, this period was more than one year. The resulting suspensions were the basis for the development of effective liquid and powder extinguishing agents.

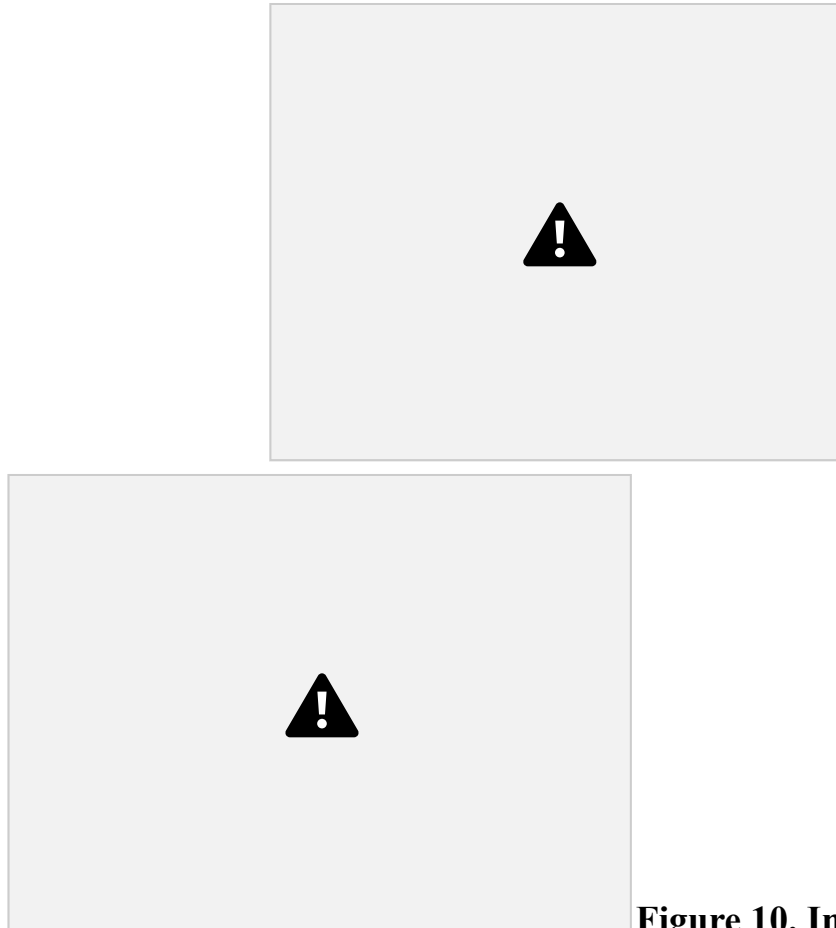


Figure 10. Images vermiculite nanoparticle surface topography (left) and grain size distribution of the particles

In the scanning probe microscope Solver NEXT studied light phase resulting vermiculite suspension (Figure 10.). We obtain images of the surface topography of nanoparticles on the basis of vermiculite, and calculated their grain size distribution of particles.

Nanoparticle surface topography (Figure 10., right) shows that one of the parameters (h - height) of the maximum value is within 250 nm. Because the second image (right) can be seen that the particle size distribution in the range of 50 to 400 nm. distribution peaks at particle sizes of 250 ± 300 nm.

To obtain suspensions with finely divided particles of vermiculite was to study their influence on the flammability of wood-based materials, as well as an assessment of their extinguishing properties. For the first time we have tested and a new method of assessing the effectiveness of the liquid extinguishing agents. The

effectiveness of the suspensions were assessed by measuring the temperature of the

75

exhaust gases released during the combustion of treated wood samples of the ceramic tube on the “ceramic pipes” in the laboratory of the scientific-research center of the Higher technical school of fire safety.

Below are the results of tests to evaluate the effectiveness of highly concentrated suspension of the following composition: bentonite - 387.1 grams, water 600 grams, 67.1 grams of sodium carbonate, expanded vermiculite fine 36.6 grams ($160 \leq \text{mkm}$), as well as suspensions of nanoparticles containing the mineral vermiculite. Figure 11 shows the results of studies of the effect of the suspension on the flammability of wood.

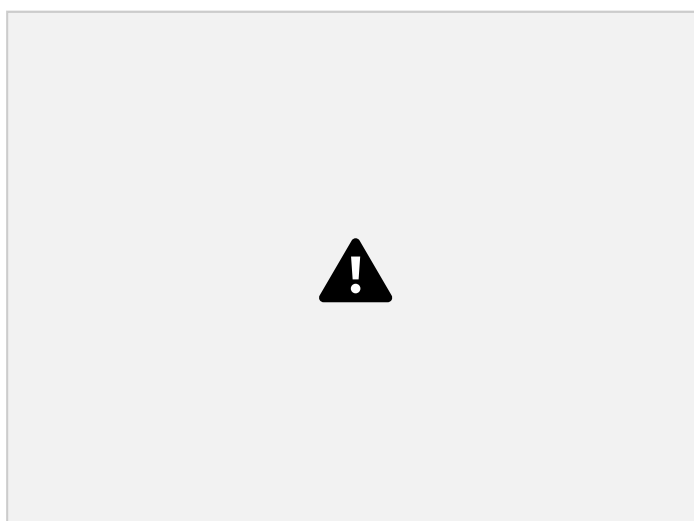


Figure 11. The temperature dependence of the heat flow leaving the ceramic tube from time

sample is an indicator of the sample №2-1, №2-2 that at relatively low cost vermiculites contain nano fluids can achieve similar results in the sample 2-1. The big difference in the start time of the combustion samples №1 and №2 shows the effectiveness of the suspensions obtained with superfine particles of vermiculite as a liquid fire extinguishing compositions.

Also it was obtained and investigated in the work new formulations vermiculites contain constructive insulating tile materials. Samples of material obtained from the following components: fine vermiculite concentrate, new hydrophobic expanded vermiculite, standard sodium water glass, fibrous components (treated with flame retardant rice straw, microcrystalline cellulose - MCC or fiberglass), porous and inert fillers (of SiO_2 - a porous silica gel or MK - micro silica), and orthophosphoric acid as a flame retardant. The resulting samples of vermiculite tile materials were investigated on the basic physical, technical and fire-technical parameters.

Testing of the samples on the basic fire-technical parameters indicated that in accordance with GOST 12.1.044-89 “Fire and explosion hazard substances and

As shown in Figure 11, №1 - an indicator of exhaust gas temperature versus time heating conventional treated water sample timber. №2-1 lines and figures it №2-2 exhaust gas temperatures, depending on the time of heating the treated wood samples vermiculite suspensions. Sample №2-1 an indicator of the sample timber, processed bentonite - vermiculite suspension. №2-2 timber, the treated slurry obtained nanoparticles based on vermiculites. From a comparison of lines and

materials” are non-combustible and belong to the group with weak smoke-forming ability. These data show that the new materials have received a high degree of fire safety.

76

CONCLUSION

On the basis of studies on the doctoral dissertation on the topic “Creating a fire-resistant coatings and heat insulation fillers based on the local mineral resources” are presented the following conclusions:

1. It was produced that the major mechanism of the mineral vermiculite Tebinbulak different dispersed fractions of acoustic field by the influence of chemical reagents breaking up processes of mechanisms and obtaining their new ways. It was worked out that vermiculite mineral characters and their particles on the base of the volume of organic relates to dispersed vermiculite mineral thermic and thermo physics characters, including the level swelling, heat facilitative and accomplishing the processes of mechanisms of thermo grams endothermic effects. Due to the tied of the dispersed level vermiculite mineral heat physics and the mechanisms of thermic processes produce based on the mineral raw materials fire and protecting efficiency of components from heat retardant gave the opportunity assessment in advance.

2. It was found that the different dispersed vermiculites and on the base of powder components thermic and protecting from fire retardant efficiency depending on their endothermic effects. Through influence of endothermic effects of minerals on vermiculite mineral and on the base of components of vermiculite mineral was produced the ways of management of thermic and thermo physics characters.

3. It was worked out the mathematical model of porous on the base of dispersed systems with superfine particles of vermiculite mineral. 4. It was elaborated a new method of influence on the thermal properties of the mineral vermiculite and heat physics characters. For this first stage is to be influenced on vermiculite strong orthophosphate (H_3PO_4) and azote (HNO_3) acids are to be affected and on the second stage is affected with alkaline reagents. This obtained new produced method vermiculite mineral and on the base of it gives the opportunity of fire retardant components swelling temperatures value. 5. It was received the improved new types of characters of vermiculite Tebinbulak. They are swelling temperature a bit lower vermiculites, swelling temperature a bit higher vermiculites, hydrophobic vermiculite and good preserved porosity vermiculites. On the base of these improved character vermiculites new component fire and produced protecting efficiency from heat retardant materials and components of fire extinguished.

6. It was used the first time to obtain activated and modified vermiculites components designed for protection from the devastating effects of fire the surface of various building materials. When it activates with these compositions fire wood

materials have bare inflame character and it achieved for the metals critic (500 °C) temperature reaches time of increasing of cost. It achieved from the obtained fire protecting materials using them according to meet state standard requirements wood materials from E₄ (flammable) switch to E₁ (bare flammable) group also reaching to critic temperature in metals from 15 minutes to 45 minutes (3 times) increased the opportunity.

77

7. It was created production technologies of new types of activated and modified vermiculites on the base of fire retardant influence of effective protection paint and coating materials have been produced.

8. It was worked out swelling vermiculite, nutria liquid glass, vermiculite minerals concentrate and on the base of orthophosphate acids in two types of heat isolation fire proof materials group of new porosity materials.

9. It was implemented for “Uz-Dong Ju Paint Co” private shareholding society to produce new paint silicate production technology based on produced finely dispersed medicated vermiculite. By the created technology the produced paint material in the National certificate system passed by accreditation of the Ministry of internal affairs of Fire safety head management in the fire technic laboratory wood building material fire retardant effectively having examined and confirmed to meet state standard requirements.

10. It was shown to obtain opportunity of firm suspensions via ultra sound influence on vermiculite mineral in water environment. As the result of controlling it was defined Nano molecules suspensions on the base of vermiculate and on the base of these suspensions a new, effective fire retardant agents have been worked out. On the base of conducted experiments of liquid extinguishing agents method of assessing the effectiveness of using additional index and worked out the way of define this index .

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Мирзаев С.З., Курбанбаев Ш.Э., Музафаров У.Т. Вспучивающиеся огнезащитные составы: Структура и теплофизические свойства // Монография, Германия. LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2015. 129 с.

2. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Авдиевич В.Н., Усманов М.Х. Разработка эффективных составов для получения пожаробезопасных конструкционно-теплоизоляционных материалов на основе вспученных вермикулитов // Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2015. – Том 19, – №3. – С. 64-69 (05.00.00; №20).

3. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Авдиевич В.Н., Муллаянов Ш.Р. Оценка огнезащитной эффективности покрытий на основе модифицированных и вспученных вермикулитов // Проблемы архитектуры и строительства. – Самарканд, 2015. – №3. – С. 60-64 (05.00.00; №14).

4. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Ибрагимов Б.Т., Муллаянов Ш.Р. Поэтапная технология получения многофункциональных составов на основе Тебинбулакского вермикулита // Проблемы архитектуры и строительства. – Самарканд, 2015. – №3. – С. 68-71 (05.00.00; №14).
5. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Авдиевич В.Н. Новые составы связующих и эффективные наполнители для огнетеплозащиты металлических изделий и конструкций // Вестник ТашИИТ. – Ташкент, 2015. – №3/4. – С. 69-74 (05.00.00; №11).
6. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З. Термические исследования вермикулитов активированных азотной и ортофосфорными кислотами // Проблемы архитектуры и строительства. – Самарканд, 2015. – №4. – С. 80-83 (05.00.00; №14).
7. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Муллаянов Ш.Р., Юлдашов Д.Я. Огнезащитные композиции для древесины и металлоконструкций на основе модифицированного вермикулита и жидкого стекла // Композиционные материалы. – Ташкент, 2015, №4. – С. 61-64 (05.00.00; №13).
8. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Хайдаров И., Муллаянов Ш.Р., Юлдашов Д.Я. Современные теплоизоляционные составы на основе местного минерального сырья – вермикулита Тебинбулакского месторождения // Композиционные материалы. – Ташкент, 2015, №4. – С. 108-110 (05.00.00; №13).
9. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Эгамбердиев К.Б., Муллаянов Ш.Р. Модифицированные вермикулиты-эффективные наполнители для получения пожаробезопасных огне- и теплозащитных материалов // Научно технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2015. – Том 19, – №4. – С. 39-44 (05.00.00; №20).
- 79
10. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Тожибоев Б.Х., Олимов М.Р., Далиев Б.С. Металл ва ёғоч конструкциялар оловбардошлигини ошириш учун самарали бўёқ материаллари таркибларини ишлаб чиқиш ва уларни қаварикланиш хоссасини ўрганиш // Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2016. – Том 20, – №1. – С. 68-72 (05.00.00; №20).
11. Курбанбаев Ш.Э., Музафаров У.Т., Мирзаев С.З., Усманов М.Х. Средства обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений на основе местных сырьевых ресурсов // Архитектура. Строительство. Дизайн. – Ташкент, 2016. – №1. – С. 20-25. (05.00.00; №4).
12. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З. Эффективный наполнитель для получения тепло- и огнезащитных составов на основе тонкодисперсного вермикулита // Проблемы архитектуры и строительства. – Самарканд, 2016. – №2. – С. 107-111. (05.00.00; №14).
13. Kurbanbaev Sh., Mirzaev S. Study of thermal properties of new modified tebinbulak minerals // Journal of Engineering and Technology (JET). India. ISSN(P):2250-2394; ISSN(E): Applied. Vol.6, Issue 1, Jun 2016. – pp. 7-10. (05.00.00; №31).

14. Kurbanbaev Sh., Mirzaev S. Ultrasonic method of preparation fine dispersed vermiculites and thermal properties of building materials // Journal of Mechanical and Production Engineering (JMPE). India. ISSN(P):2278-3512; ISSN(E):2278-3520. Vol. 6, Issue 1, Jun 2016. – pp. 9-16. (05.00.00; №35).

15. Курбанбаев Ш.Э. Технология получения новых модифицированных тонкодисперсных вермикулитов и огнезащитной краски на их основе // Проблемы архитектуры и строительства. – Самарканд, 2016. – №3. – С. 61-63. (05.00.00; №14).

II бўлим (II часть; II part)

16. Мирзаев С.З., Нуждов Г.С., Курбанбаев Ш.Э. Программа “HEAT 1.0” для вычисления низшей теплоты сгорания. Авторское свидетельство для ЭВМ № DGU 03661. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. – Ташкент, 21.04.2016 г.

17. Мирзаев С.З., Нуждов Г.С., Курбанбаев Ш.Э. Программа “SMOKE 1.0” для определения времени заполнения дымом резервуара или помещения. Авторское свидетельство для ЭВМ № DGU 03735. Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. – Ташкент, 25.05.2016 г.

18. Курбанбаев Ш.Э., Мирзаев С.З., Арифов П.А. Получение и ИК – спектроскопическое исследование модифицированных вермикулитов тебинбулакского месторождения. // Узбекский химический журнал. – Ташкент. 2015. -№2. – С. 74-78.

19. Курбанбаев Ш.Э., Атабаев Ш., Муллаянов Ш.Р. Получение новых огнестойких композиционных материалов на основе местного сырья и отходов промышленности и изучение влияния на параметры пожаробезопасности обработанных ими древесины и целлюлозосодержащих материалов // Сборник трудов республиканской научно-технической