

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА  
БЕРУВЧИ PhD.40/30.12.2020.T.129.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**ЛИТЯГА АРТЁМ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**СИЛИКАТ КОМПОЗИЦИЯЛАР ТАРКИБЛИ АНТИПИРЕНЛАР  
АСОСИДА ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИ ЁНГИН ХАВФСИЗЛИГИНИ  
ОШИРИШ**

**05.10.02- “Фавқулодда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат, ядро ва радиация  
хавфсизлиги”**

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

**Тошкент-2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора (PhD) философии по  
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical  
sciences**

**Литяга Артём Валерьевич**

Силикат композициялар таркибли антипиренлар асосида полимер  
материалларни ёнгин хавфсизлигини ошириш ..... 3

**Литяга Артём Валерьевич**

Повышение пожарной безопасности полимерных материалов на основе  
антипиренов содержащих силикатные композиций..... 23

**Lityaga Artyom Valerievich**

Improving fire safety of polymeric materials based on fire retardants containing  
silicate compositions.....43

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....47

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

---

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**ЛИТЯГА АРТЁМ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**СИЛИКАТ КОМПОЗИЦИЯЛАР ТАРКИБЛИ АНТИПИРЕНЛАР  
АСОСИДА ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИ ЁНГИН ХАВФСИЗЛИГИНИ  
ОШИРИШ**

**05.10.02- “Фавқулодда ҳолатларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат, ядро ва радиация  
хавфсизлиги”**

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

**Тошкент-2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/T1242 рақами билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академиясида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Қурбанова Мохира Абдувахобовна**  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD),  
доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Нурқулов Файзулла Нурмунинович**  
техника фанлари доктори, к.и.х.

**Мусаев Маруфджон Набиевич**  
техника фанлари номзоди, профессор.

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент архитектура қурилиш институти**

Диссертация ҳимояси Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.40/30.12.2020.T.129.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил 31 январь соат 11:00 даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100102 Тошкент шаҳри, Янгиҳаёт тумани, Дўстлик кўчаси, 5-уй. (тел: (71) 258-35-33, факс: (71) 258-56-57, e-mail: info@akademiyafvv.uz).

Диссертация билан Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академиясининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 7 рақами билан рўйхатга олинган (Манзил: 100102 Тошкент шаҳри, Янгиҳаёт тумани, Дўстлик кўчаси, 5-уй. (тел: (71) 258-35-33, факс (71) 258-56-57, e-mail: info@akademiyafvv.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «14» январь куни тарқатилди.  
(2021 йил 16 ноябрь кунисидаги 1-рақамли реестр баённомаси).



**Б.Т.Ибрагимов**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

**Х.М.Дўсматов**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қотиби, к.ф.н., доцент

**Ш.Э.Қурбанбоев**

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., катта илмий ходим

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда сўнгги йилларда табиий ва техноген тусда содир бўлган ёнғин офатлари йил сайин кўпайиб бормоқда. Сўнгги беш йилдаги ёнғинлар офатлари таҳлил қилинганида, ўртача бир йилда 7-8 миллион ёнғин содир бўлгани, бундан инсонларнинг ҳалок бўлиш ҳолатлари 80-90 минг кишини, жароҳатланишлар сони 600-800 минг кишини ва моддий зарар миқдори 40 миллиард АҚШ долларини ташкил этади<sup>1</sup>. Дунё бўйича содир бўлган ёнғинларнинг кўлами, катталиги ва ўзига хослиги ўрганилганида, биноларнинг конструкциялари ва пардозлаш материаллари сифатида қўлланилаётган полимер материаллари бўйлаб ёнғин тез тарқалиши ва улардан қуюқ тутун ажралиши натижасида инсонларни эвакуация қилиш ҳамда моддий бойликларни сақлаб қолиш жараёнида ҳам етарлича муаммоларни келтириб чиқариши аниқланди. Шу сабабли, ёнғин хавфсизлигини таъминлаш муаммоларининг илмий-техник ечимларини топиш мақсадида кенг кўламли илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш талаб этилади. Қурилиш конструкциялари, пардозлаш ва тўқимачилик материалларини ёнғиндан сақлаб қолиш мақсадида алангадан ҳимояловчи турли самарали воситаларидан фойдаланиш, мазкур материалларга композициялар билан ишлов бериш, қийин ёнувчи полиолефинлар, лок-бўёқ ва бошқа материалларнинг таркибларини яратиш ва уларнинг хоссаларини тадқиқ этишга катта эътибор қаратиш керак эканлиги ҳам долзарб масалалардан биридир.

Жаҳонда полиолефинлар ва целлюлоза асосида иссиқликка ҳамда оловга чидамли хусусиятларга эга маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтиришга, шунингдек, ишлатиладиган материалларнинг сифати ва мустаҳкамлигини яхшилашга, бино ва иншоотларининг ёнғин хавфсизлигини оширишга йўналтирилган изланишлар олиб борилмоқда. Шу нуқтаи назардан, шимдириш ва қуйиш аралашмалари сифатида ишлатиладиган силикат композицияларига асосланган антипиренларни танлаш, керакли даражада физикавий, механик, термофизик ва диэлектрик хусусиятларидан ташқари, кам ёнувчанлик хусусиятларга эга бўлиши тақозо этилади. Шунинг учун кўп функцияли модификаторларни, шунингдек, полимер материалларнинг хусусиятларини мақсадли тартибга солиш учун кўп функцияли таъсирга эга бўлган модификаторларни танлаш, ёнувчанликни камайтириш алоҳида аҳамиятга эга ва долзарб масаладир.

Республикасида ҳам бино ва иншоотлар қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлигини ошириш мақсадида, органик ва ноорганик компонентлардан фойдаланиб, оловбардошликни оширувчи композициялар яратиш борасида кенг кўламли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу жиҳатдан маҳаллий хом ашё асосидаги олов таъсиридан ҳимоя қатламини ҳосил қилувчи, таркибида галогенлар бўлмаган ва

---

<sup>1</sup> <https://ctif.org/world-fire-statistics>

ёнувчанлиги паст бўлган янги композицияларининг таркибларини яратиш ва уларнинг хоссаларини тадқиқ этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлари тўғрисида” ҳамда 2019 йилнинг 24 августдаги ПҚ-4426-сон “Давлат ва хўжалик бошқаруви ҳамда маҳаллий ижроия ҳокимияти органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини жорий этиш бўйича масъулиятни янада ошириш тўғрисида”ги қарорлари, шунингдек, Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 20 октябрдаги 649-сон “Ёнғин хавфсизлиги қоидаларини тасдиқлаш тўғрисида”ги Қарори ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республикада фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ўзбекистон Республикасида ва хорижий олимлар томонидан кейинги йилларда силикат композициялари билан модификацияланган қийин ёнувчан полимер ва тўқимачилик материалларни яратиш технологияси ва структурасининг илмий асослари ишлаб чиқилган. Силикат композициялари билан модификацияланган қийин ёнувчан полимер ва тўқимачилик материалларини яратиш назарияси ва амалиётига Б.Тавиа, Р.Е.Лион, К.Н.Дубенецкий, А.В.Голованов, А.А.Берлин, К.Е.Перепёлкин, Э.Р.Хашхожев, В.А.Герасин, Б.Б.Серков, С.И.Хвостенков, О.Н.Крашенинников, Я.А.Ахтямов, Ю.М.Тихонов, А.В.Сидоров, А.С.Макбузов, А.Н.Шчербин, А.З.Жуков, М.Бланез, А.Н.Нгуен, А.П.Пожнин, А.И.Колцов, Л.Дюлак, А.В.Побединский, А.Т.Джалилов, Т.М.Миркамилов, И.И.Исмаилов, О.Т.Максумова, М.Искандерова, П.А.Арифов, А.А.Сулейманов, Б.Т.Ибрагимов, Ш.Э.Қурбанбаев ва бошқа тадқиқотчилар катта ҳисса қўшганлар.

Ҳозирги кунда полиолефинлар ва целлюлоза асосида иссиқликка ҳамда оловга чидамли хусусиятларга эга маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтиришга, шунингдек, ишлатиладиган материалларнинг сифати ва мустаҳкамлигини яхшилашга, бино ва иншоотларининг оловбардошлигини ошириш учун ёнғинга хавфсиз қурилиш материалларининг янги намуналарини ишлаб чиқариш мақсадида кенг кўламли тадқиқотлар олиб бориш усуллари ва технологиясини такомиллаштириш борасидаги илмий изланишларни янада жонлантириш тақозо этилмоқда.

Сўнгги йилларда қурилиш материалларининг ёнувчанлиги юқорилиги, тез ва осон ёниб кетиш хусусияти борлиги ёнғин-қутқарув хизмати учун жуда катта муаммоларни тўғдирмоқда. Бу эса, ҳозирги кунда жаҳонда ва Ўзбекистонда ҳам олов ва иссиқликбардош полимер материалларни ишлаб чиқариш кўламини кенгайтириш борасида ҳам тадқиқотлар олиб бориш зарурияти пайдо бўлмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси илмий-тадқиқот ишлари режасининг ҳамда БВ-Атех-2018 “Маҳаллий минерал хом ашё асосида қурилиш конструкциялари ва материалларининг оловбардошлиги ва олов таъсиридан изоляциялаш даражасини кўтариш” (2018–2020 йиллар) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** силикат композицияларни ўз ичига олган маҳаллий антипиренлар асосида янги турдаги полимер материалларни ёнғин хавфсизлиги нуқтаи назаридан тадқиқ қилиш ва уларни олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

маҳаллий хом ашё асосида силикат композициялари билан модификацияланган полимер материалларнинг ёнғин хавфсизлигини ошириш усулларини ишлаб чиқиш;

материалларнинг ёнғинга чидамлилиги, ёнувчанлиги, тутун ҳосил бўлиши, кислород индекси ҳамда полиолефин, ёғоч ва тўқимачилик материалларнинг термо-оксидланиш барқарорлиги каби техник хусусиятларини таҳлил қилиш;

стандарт усуллардан фойдаланган ҳолда, материалларнинг ёнғин-техник хусусиятларини тадқиқ қилиш методологиясини ишлаб чиқиш, уларнинг ёнувчанлик хусусиятларини камайтирувчи воситаларнинг ролини (таъсир механизми) аниқлаш, шунингдек, ёнғин хавфи камайтирилган материалларни яратиш бўйича ишларнинг самарали йўналишини танлаш;

олинган амалий ёнғиннинг хавfli хусусиятларини лаборатория ускуналарида ўтказилган оловли синов натижалар асосида прогнозлаштирилаётган маълумотларни ҳисоб-китоб кўрсаткичлари билан таққослаш;

вермикулит асосида силикат композициялари билан модификацияланган ва оловга чидамли полимер қопламаларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда саноат миқёсидаги ишлаб чиқаришда синов-тажриба намуналарини яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти:** силикат композициялари билан модификацияланган янги оловдан ҳимояловчи таркиблар ёрдамида полимер материалларнинг иссиқликка, оловга ва ёнғинга қарши хусусиятларини ошириш асосида бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги даражасини ошириш.

**Тадқиқот предмети:** ортофосфор кислотаси, силикат композициялар, Тебинбулоқ вермикулити, паст зичликдаги полиэтилен, ёғоч, сув дисперсли бўёқлар ва тўқимачилик материаллари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида термодизик, оловбардошлик, ёнувчанлик, тутун ҳосил қилиш коэффициенти, кислород индекси ва материалларнинг чўғланиш хусусиятларини аниқлашнинг стандарт усулларидан фойдаланилди.



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

иссиқликка чидамли ва қийин ёнувчан полимер материалларни олиш учун силикат композициялари асосида антипиренлар ишлаб чиқилган;

вермикулит минерали асосида юқори дисперсли оловга чидамли тўлдирувчи моддаларнинг янги таркиблари ишлаб чиқилиб, мазкур минералларнинг ёнғиндан ва иссиқликдан ҳимоя қилиш хусусиятларини ошириш усулини такомиллаштириш эвазига тўқимачилик ва ёғоч материалларини қийин ёнувчи материаллари гуруҳига ўтказиш имконияти яратилган;

модификацияланган майда дисперсли вермикулитлар асосида оловга чидамли силикат бўёқ маҳсулотларини олиш технологияси ва структураси ишлаб чиқилган;

майда дисперсли вермикулитлар асосида тўқимачилик материаллари учун шимдирувчи модда кўринишидаги янги ёнғинга қарши суспензияли композициялар яратилган ва ушбу композицияларнинг кўшимча кўрсаткичларининг самарадорлигини баҳолаш услубиёти ишлаб чиқилган.

### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагича:**

қийин ёнувчи полиэтилен материалларни олиш учун силикат таркибига асосланган ёнғинга қарши воситаларни олишнинг технологик усуллари ишлаб чиқилган;

маҳаллий минерал хомашё, яъни, вермикулит асосида оловдан ҳимояловчи антипиренли суспензиялар ва қопламалар ҳамда бинолар, иншоотлар ва ёнғин-қутқарув бўлинмалари ходимлари учун жанговар кийимларининг оловбардошлилигини ошириш учун янги турдаги суспензиялар яратилди;

ишлаб чиқилган янги ёнғинга қарши қопламалардан фойдаланиш орқали қурилиш материалларининг ёнғин хавфини сезиларли даражада камайтиришга, шу жумладан, ёнғинга қарши қопламалардан фойдаланиш орқали ёнувчан ёғоч материалларини қийин ёнувчан, тўқимачилик материалларни эса ёнмайдиган материаллар гуруҳига ўтказишга эришилди;

вермикулит минералига асосланган нанозаррачаларни ўз ичига олган суспензияли қопламалар ишлаб чиқилган. Улар асосида янги оловга чидамли композициялар яратилди ва полимер ҳамда тўқимачилик материалларининг ёнғинга чидамлилигини баҳолаш самарадорлигини оширишнинг янги усули ишлаб чиқилди.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Илмий тадқиқотлар замонавий термик, физик ҳамда таҳлилнинг стандарт эксплуатацион усулларида фойдаланган ҳолда амалга оширилиб, экспериментал синовлар лаборатория шароитида, шунингдек, лок-бўёқ ҳамда тўқимачилик саноати корхоналарида ўтказилиб, далолатномалар билан тасдиқланди.

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

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти суспензия кўринишидаги силикат композициялар ва вермикулит асосидаги антипиренларни кўшиш орқали полимер ва тўқимачилик материалларнинг ёнғин хавфсизлигини



оширишни ҳамда суспензия ва қопламалар таркибларининг қўшимча кўрсаткичлари самарадорлигини баҳолаш усули орқали иссиқликга чидамлилигини ва оловбардошлилигини аниқлаши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти силикат композицияли антипиренлар асосидаги ёнғиндан хавфсиз қурилиш ва тўқимачилик материалларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда маҳсус ишлар учун мўлжалланган целлюлоза материалларни шимдириш билан изоҳланади. Ушбу технология бино ва иншоотлар ҳамда ёнғин-қутқарув бўлинмалари ходимлари учун мўлжалланган жанговар кийимларининг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш орқали импорт ўрнини босувчи маҳаллий антипирен ва полимер маҳсулотларнинг турларини кенгайтиришга ёрдам беради. Иш натижаларидан полиэтилен асосидаги оловбардош материалларни олиш жараёнининг технологиясини яратиш бўйича тавсиялар берилган.

#### **Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.**

Тебинбулоқ вермикулити маҳаллий минерал хомашёси асосида ишлаб чиқилган ёғоч материалларни оловдан самарали ҳимоя қилувчи янги таркибли лок-бўёқ материали “CLOBAL-BUILDING-GROUP” МЧЖга ишлаб чиқариш учун жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Ёнғин хавфсизлиги ва фавқулодда вазиятлар муаммолари илмий-тадқиқот институти синов марказининг 2021 йил 28 апрелдаги 148-сонли баёни, “CLOBAL-BUILDING-GROUP” МЧЖнинг 2021 йил 02 августдаги далолатномаси, “O'zsanoatqurilishmateriallari” Ўзбекистон қурилиш материаллари саноати корхоналари уюшмасининг 2021 йил 22 сентябрдаги 05/15-2347 – сон ва Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2021 йил 1 ноябрдаги 09-05/12440 – сон маълумотномалари). Натижада янги олинган олов ва иссиқликдан самарали ҳимояловчи лок-бўёқ материаллари ва антипиренлар қурилиш материалларни ёнувчан (Ё4) гуруҳидан, қийин ёнувчан (Ё1) гуруҳига ўтказилиши учун хизмат қилган ва ёғоч материалларнинг критик чўғланиш қийматини 14 дақиқадан 18-19 дақиқাগача ошириши, камида 1,1 маротабагача яхшиланиши, ёғоч конструкцияларнинг мустаҳкамлигини 1,1% гача, термикбардошлигини 1,1-1,15% гача ошириш имкониятини берган. Шунингдек, ёғоч конструкцияларининг тутун ҳосил қилиш коэффициентини 1,2% гача, ёнғин тарқалиш тезлигини 1,2 баробаргача камайтириш орқали олов бардошлилигининг ошиши илмий асосланган, лок-бўёқ материалларини антипиренлар билан модификациясининг қўлланилишида йиллик иқтисодий самарадорлик 560 000 000 (беш юз олтмиш миллион) сўмни ташкил этган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг чоп этилганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шулардан 2 та илмий мақола хорижда, 5 таси Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий

нашрларда, 10 таси халқаро ва республика илмий-амалий анжуманларида нашр этилган.

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

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган диссертация мавзуси муаммонинг ўрганилганлик даражаси бўйича хорижий ва мамлакатимизда ўтказилган илмий тадқиқотлар ҳақидаги умумий маълумотлар келтирилган, тадқиқот мақсади, вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Полимер-силикатли композицион материалларнинг умумий характеристикаси**» номли биринчи бобида сўнгги йилларда жаҳон ишлаб чиқаришида оловбардош, қийин ёнувчан, физик-механик хоссалари оширилган, полимер-силикат материалларнинг қўлланилиш долзарблиги кўрсатилган. Ишлаб чиқаришда бундай композицион материаллар самарадорлигининг юқорилиги сабабли силикат композицион бирикмалар асосида олинган антипиренлар хизмат қилиши, шунингдек, вермикулитни маҳаллийлаштирилиш масалалари кўриб чиқилган. Қурилиш ва саноатда ёнғинни олдини олувчи турли хилдаги тўқимачилик материаллари кенг қўлланиладиган хорижий давлатлар тажрибаси асосида тегишли адабиётлар қиёсланган ҳолда муҳокама қилинди. Шунингдек, ёнғин хавфини баҳолаш тизими ёнғиннинг турар-жой биноларида хавfli ижтимоий-иқтисодий оқибатларини ҳисобга олиш, ёнғинни хавфини олдини олиш, таҳлил қилиш усулларининг муаммоли масалалари, тутун ҳосил бўлиши натижасида келтирилган зарарлар бўйича ва уларнинг оқибати бўйича маълумотлар кўриб чиқилган. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида полиолефин ва тўқимачилик материаллари асосида олинган маҳсулотлар иссиқликка ҳамда оловга бардошсизлиги, тез ёнувчанлиги ва ёниш натижасида захарли тутун ҳосил қилиши ёнғин пайтида турар-жой биноларда аҳолининг ҳаёти ва соғлигига зарари бўйича маълумотлар тўпланган ва таҳлил қилинган.

Республикаимизда сўнгги йилларда содир бўлган ёнғинлар ўртача бир йилга 11000 тадан тўғри келиб, йилдан йилга камайиш тенденцияси кузатилмоқда. Афсуски, инсонлар ҳалок бўлиш ҳолатлари 124 тани инсонни ташкил этиб, кўпайиш тенденциясига, тан жароҳатини олиш ҳолатлари 259 инсонни ташкил этиб, камайиш тенденциясига, моддий зарар эса 145,9 миллиард сўмни ташкил этиб, кўпайиш тенденциясига эга. Мазкур ёнғинларнинг тахминан 70% аҳоли

яшаш секторларига тўғри келиб, инсонларнинг ёнғинларда ҳалок бўлишининг асосий сабаби ёнғин натижасида куйиш эмас балки, 80% ҳолатларда инсонларнинг тутундан заҳарланиб ҳалок бўлиш ҳолатлари ўрганилган. Ёнғинларда инсон заҳарланишининг асосий сабаби аҳоли яшаш жойларида кўлланиладиган, яъни қурилиш ва пардозлаш материалларининг 70% ташкил этадиган полимер материалларидан ажралаётган тутун ҳисобланади. Ушбу муаммоларни танқидий таҳлили асосида диссертация тадқиқотининг мақсад ва вазифалари шакллантирилди.

Диссертациянинг иккинчи «**Экспериментал тадқиқот усуллари**» деб номланган бобида, тадқиқот ўтказиш учун кўлланилган материаллар ва наъмуналарни тайёрлаш усуллари, полимер материалларнинг ёнғинга қарши хусусиятларини, оловбардошлик, кислород индекси ва тутун ҳосил қилиш коэффициентини аниқлаш усуллари, полимерларнинг термодиструкциясининг кинетикасини ўрганиш усуллари ва уларнинг ҳисоб-китоби ёритилган. Горизонтал қотирилган намуна бўйлаб олов тарқалиш тезлигини аниқлаш мақсадида (ГОСТ 28157-89) стандарт усулидан фойдаланилди.

Ёғоч ва тўқимачилик материаллари намуналарига Бунзен газ горелкаси орқали берилган олов 30 сония давомида термик таъсир этилди. Сўнг горелка олиниб мустақил ёниш вақти ҳисобланди. Термик таъсир бериш жараёни тўхтатилгандан сўнг материал дарҳол ўчиб қолган ва шу орқали унинг қийин ёнувчанлиги илмий исботини топди.

Ҳар бир намунанинг ёниш тезлиги  $v$  (мм/дак) қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$v = \frac{60L}{t}, \quad (1)$$

бунда  $L$  – ёнган қисмнинг узунлиги, мм;

$t$  – ёниш вақти, с. Қаттиқ моддаларнинг қийин ёнувчи ва ёнувчи гуруҳларини аниқлаш мақсадида стандарт усулдан (ГОСТ 12.1.044-2018) фойдаланилди. Тадқиқот вақтида камерага ушлагични 5 сония ичида киритилди ва 5 дақиқа мобайнида синалди. Бунда термик ва ёниш таъсир ҳарорати 260 °С оширилмади. Сўнг совуб қолган намунани камерадан олиб, массаси аниқланди.

Ҳароратнинг ( $\Delta t_{max}$ ) максимал кўтарилиши қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$\Delta t_{max} = t_{max} - t_0, \quad (2)$$

бунда  $t_{max}$  – тадқиқ қилинаётган материалнинг ёниши натижасида ажралаётган газсимон маҳсулотларининг максимал ҳарорати, °С ;

$t_0$  – 200 °С тенг бўлган бошланғич ҳарорат.

Намунанинг ( $\Delta m$ ) фоизда масса йўқотишини куйидаги формула орқали аниқланди:

$$\Delta m = \frac{m_n - m_k}{m_n} \cdot 100, \quad (3)$$

бунда  $m_n$  – тадқиқотгача намунанинг массаси, г;

$m_k$  – тадқиқотдан сўнг намунанинг массаси, г.

Материалларнинг тутун ҳосил қилиш хусусиятини аниқлаш мақсадида, қаттиқ моддалар ва материалларнинг тутун ҳосил қилиш коэффицентини аниқлаш учун мўлжалланган стандартли усулдан (ГОСТ 12.1.044-2018) фойдаланилди. Тадқиқот чўғланиш режимида олиб борилди.

$m^2 \cdot \text{кг}^{-1}$  да тутун ҳосил қилиш коэффиценти ( $D_m$ ) куйидаги формула орқали аниқланди:

$$D_m = \frac{V_n}{lm} \ln \frac{T^0}{T_{\min}}, \quad (4)$$

бунда  $V$  – ўлчов камерасининг сиғими,  $m^3$ ;

$L$  – тутунланган муҳитда нур ёруғлигининг узунлиги, м;

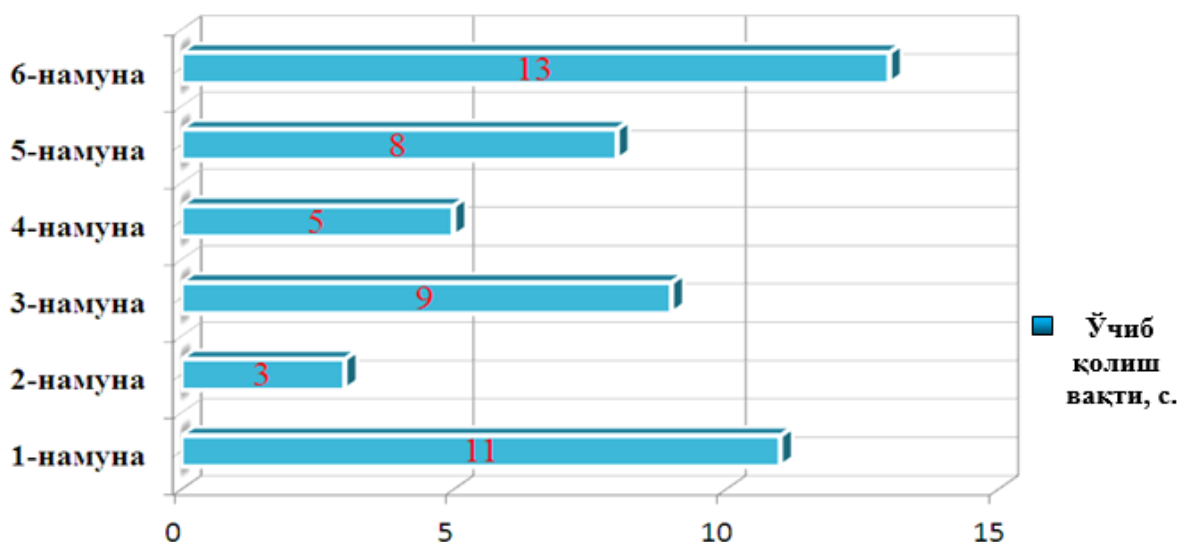
$m$  – намуна массаси, кг;

$T_0$  и  $T_{\min}$  – бошланғич ва сўнгги нур ўтказишининг кўрсаткичлари, %.

Диссертациянинг «**Экспериментал қисм**» деб номланган учинчи бобида, полиэтиленнинг ёнувчанлигига силикат композициялар асосида олинган антипиренларнинг таъсири ўрганилди, антипиренлар билан модификацияланган ёғоч ва тўқимачилик материалларнинг ёнувчанлиги, олов тарқалиш тезлиги ва тутун ҳосил қилиш коэффиценти тадқиқот қилинди.

Тадқиқот предмети бўлиб паст босимли полиэтилен хизмат қилган. Қўшимча сифатида 1:1:1 нисбатда стеарин кислотаси билан натрий метасиликати ва фосфор кислотаси билан мочевина аддукти асосидаги АП-1, 1:1 мол нисбатда натрий метасиликати ва фосфор кислотаси билан мочевина аддукти асосидаги АП-2, эпихлоргидрин билан натрий метасиликати асосидаги АП-3, 1:1 мол нисбатда метасиликат билан натрий тетраборати асосидаги АП-4, 1:2 мол нисбатда стеарин кислотаси билан тетраэтоксилан асосидаги АП-5, 1:1:1 мол нисбатда стеарин кислотаси билан натрий гексафторсиликат асосидаги АП-6 антипиренлари кўлланилди. Лаборатория тадқиқотлари даврида материалларнинг мустақил ёниш вақти аниқланган. Бундан келиб чиққан ҳолда, ёниш жараёнини камайтирувчиларнинг таъсири самарадорлиги композитларнинг мустақил ёнишининг давомийлигига қараб баҳоланди. Мазкур усул ёндириш манбаси таъсирида пластмасса материаллари алангаланишининг нисбий хусусиятини қиёсий баҳолаш учун мулжалланган. 1-расмдаги маълумотларга қараб АП-2 и АП-6 кремний таркибли антипиренларида фтор ва кремний атомларининг боғлари мавжуд бўлганлиги сабабли, бошқа АП-1, АП-3, АП-4, АП-5 антипиренларга нисбатан

полиолефинларнинг ёниш жараёнини камайтиради ва юқори оловбардош эканлиги кўрсатади.



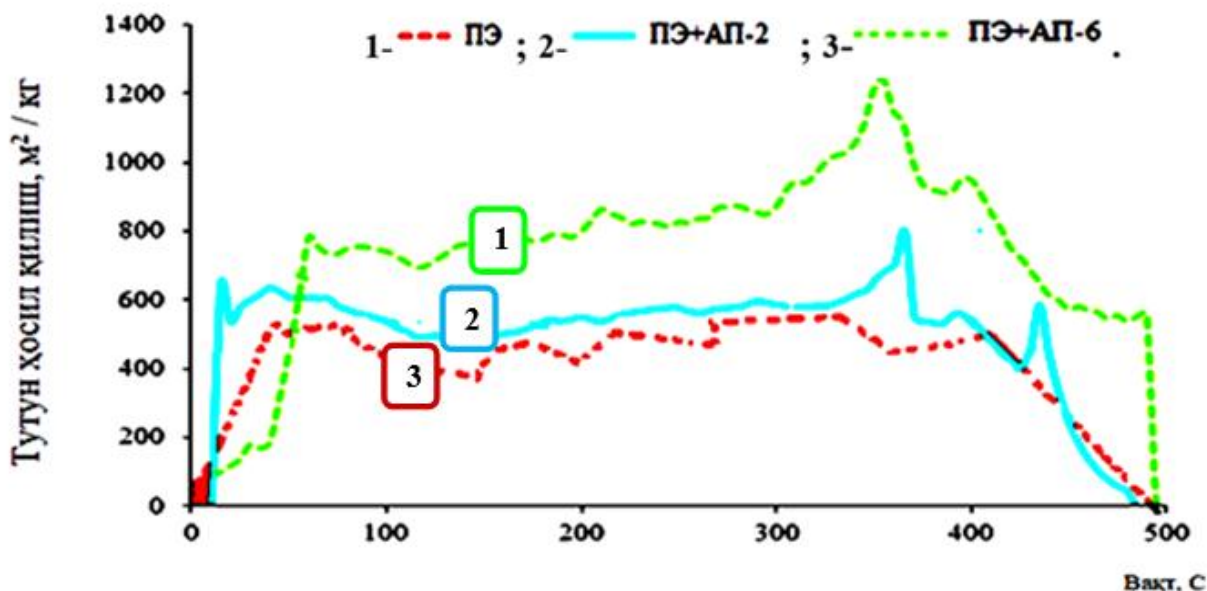
**1-расм. 1- ПЭ+АП-1; 2-ПЭ+АП-2; 3-ПЭ+АП-4; 4- ПЭ+АП-4; 5- ПЭ+АП-5; ПЭ+АП-6 антипиренлар билан модификацияланган полиэтиленлар таркибининг ўчиб қолиш вақтига боғлиқлиги**

Полимернинг термик деструктивлиги жараёнида фтор ва силикатларнинг каталитик активлиги иссиқлик таъсирини пасайиши томон жараёни силжитишга ва у билан иссиқлик ажралишининг максимал тезлигини камайтиришга имконият беради. Ҳозирги кунда реал ёнғин шароитига яқин юқори ҳароратлар даврида материалларнинг ҳолатини аниқлашни имкониятини берадиган дифференциал термик ва термографик таҳлил усуллари бўйича тадқиқ қилинган термик тавсифлари полимер материалларининг оловбардошлигини баҳолашда ҳақиқатга яқинроқ (аниқ ва информатив) ҳисобланади.

Шуни таъкидлаш жоизки, кўриб чиқилаётган ҳолатда оддий коксга нисбатан гетерофункционал гуруҳ ва кислородни сақлаётган, каталитик фаол силоксанлар билан яқин алоқаси сабабли кремний таркибли олигомерларнинг гетерофункционал гуруҳлар таркибида бўлган полиолефинлар макромолекулаларининг бир қисми кўпроқ иссиқликга чидамли ҳисобланади. АП-2 ва АП-6 кремний таркибли антипиренлар таркибида бўлган полиэтиленлар учун алангаланиш индукциясининг пасайиши дастлабки полиэтиленга нисбатан хосдир. Дастлабки полиэтиленга нисбатан ПЭ+АП-2 ва ПЭ+АП-6 композитининг ёниб кетишида солиштирма тутун ажралишининг кўрсаткичи аҳамиятсиз ҳисобланади (2-расм).

Антипиренлар билан модификацияланган сув-дисперсли қопламаларнинг термооксидли деструкциянинг кинетикаси термогравиметрия ва дифференциал-сканерли калориметрия усуллари орқали аниқланди. Дифференциал сканерли калориметрия маълумотлари бўйича олтига ҳар хил модификацияланган сув-дисперсли бўёқларнинг иссиқликга чидамли

кўрсаткичлари 1-жадвалда кўрсатилган. Жадвалда, АП-1, АП-2, АП-3, АП-4, АП-5 ва АП-6 олигомер антипиренлар билан модификацияланган намуналар учун 600-622К да полимерларнинг баланд ҳароратга бардошлилигига мос келадиган энг баланд ҳароратнинг нуқталари кўрсатилган.



2-расм. Намуналарнинг ёниб кетиш вақтига тугун ҳосил бўлиш тезлигининг боғлиқлиги

Эриш учун талаб этиладиган иссиқлик миқдорининг ҳисоб-китоби даврида юқори нуқтанинг майдони қанча катта бўлса кристаллашиш даражаси шунчалик баланд бўлиши аниқланди.

1-жадвалда келтирилган дифференциал сканерли калориметрия маълумотларга кўра кристаллашиш даражаси тўғрисида фикр юритса бўлади. Тор ҳарорат доирасида баланд ҳарорат даврида эришнинг юқори нуқтаси полимернинг яхши шаклланиши ва катта миқдорда кристалланишини кўрсатмоқда.

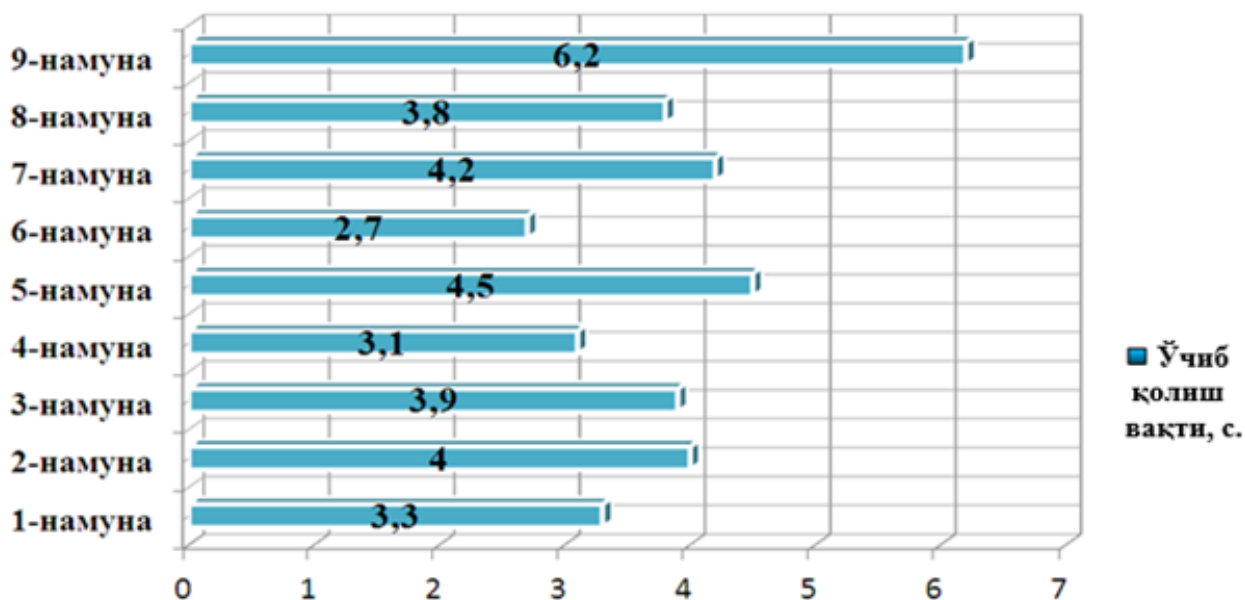
1-жадвал

Дифференциал сканерли калориметрия маълумотларига кўра модификацияланган сув-дисперсли бўёқларнинг иссиқликга чидамли кўрсаткичларини тадқиқотининг натижалари

№	Полимернинг намуналари	Парчаланиш ҳарорати, К			Муайян бир ҳароратда массани йўқотиш, %		
		$T_{0\%}$	$T_{10\%}$	$T_{20\%}$	$T_{539\text{ да}}$	$T_{639\text{ да}}$	$T_{839\text{ да}}$
1.	СДБ-стабилизаторсиз	408	616	626	3,1	13,5	17
2.	СДБга АП-1 (1%)ни қўшиш йўли билан	495	616	672	1,9	11,3	12,57
3.	СДБга АП-2 (1%)ни қўшиш йўли билан	490	605	651	1,6	10,9	13,2
4.	СДБга АП-3 (1%)ни қўшиш йўли билан	500	609	657	1,7	11,6	14,3
5.	СДБга АП-4 (1%)ни қўшиш йўли билан	476	614	643	2,4	11,86	12,5
6.	СДБга АП-5 (1%) ни қўшиш йўли билан	496	607	645	2,3	11,0	14,8
7.	СДБга АП-6 (1%) ни қўшиш йўли билан	503	611	677	1,8	11,4	12,5

Таклиф этилаётган антипиренларнинг ёнувчанлигини тадқиқот қилиш даврида, барқарорлаштириш учун Шўртан газ кимё мажмуасининг Р-Ү 342 и F-Ү-720 турдаги паст зичли ( $\rho=0,9220 \text{ г/см}^3$ ) маҳаллий полиэтилен хомашёси қўлланилди. Тадқиқот натижасида АП-6 кремний таркибли антипирен таркибида ёниш жараёнини камайтирадиган кремний билан фтор атомлари боғлари мавжудлиги сабабли, АП-1, АП-3, АП-4 антипиренларга қараганда юқори оловбардошлилигини намаён этди.

Бундан ташқари, полимернинг термик деструкцияси жараёнида фторосиликатларнинг каталитик фаоллиги иссиқлик самарасини камайтириш томонига жараённи силжитади ва шу ўринда иссиқлик ажралишининг максимал тезлигини камайтиради. Натижада ёнувчанликни камайтириш механизми кўринишидаги полимерларнинг ёниш жараёнига кремний таркибли олигомерли антипиренларнинг таъсир қилиши ўз ўрнига эга.



3-расм. Модификацияланган полиолефинларнинг таркибига ўчиб қолиш вақтининг боғлиқлиги (1-ПЭ+ АП-1 (1%); 2-ПЭ+АП-2; 3- ПЭ+ АП-3; 4- ПЭ+ АП-4; 5- ПЭ+ АП-5; 6- ПЭ+ АП-6; 7-ПЭ+АП-1(0,5 %); 8-ПЭ+АП-1(2%); 9- антипиренсиз ПЭ )

Олинган полиолефинларнинг ГОСТ 21207-81 бўйича ёнувчанлигини тадқиқоти паст босимли полиэтилен таркибига антипиренлаштирувчи тизимларнинг киритилиши ёниш вақтининг қисқаришига олиб келади (2-жадвал). Бу кўрсаткич бўйича энг самарали оловни ўчирувчи таркиб АП-5 паст босимли полиэтилен эканлиги аниқланди. Бунда АП-5 кремний таркибли антипирен билан модификацияланган полиолефиннинг ёниш вақти 10 сониядан ошмади ва полиэтилен асосидаги композитни қийин ёнувчи материаллар тоифасига киритиш имкониятини беради. Олинган композитларнинг оловбардошлилиги бўйича тадқиқотлар антипиренлар билан полиэтиленнинг олигомер композицияси синергетик самарадорлиги юқори эканлигини тасдиқлади.



2-жадвал

Полиэтилен билан кремний таркибли олигомер антипиренлар асосидаги композитларнинг ёнувчанлигининг натижалари

№	Намуналар	Ёниш вақти, сония.	Ёндириш ҳарорати, К	Кислородли индекс, %
1.	Стабилизаторсиз ПЭ	180	616	18
2.	ПЭга 1% АП-1ни қўшиш йўли билан	95	674	27
3.	ПЭга 1% АП-2ни қўшиш йўли билан	98	671	26
4.	ПЭга 1% АП-3ни қўшиш йўли билан	91	705	25,7
5.	ПЭга 1% АП-4ни қўшиш йўли билан	87	714	30
6.	ПЭга 1% АП-5ни қўшиш йўли билан	115	638	23
7.	ПЭга 1% АП-6ни қўшиш йўли билан	76	710	29
8.	ПЭга 1% CESA <sup>TM</sup> -flam PE 41329/A ни қўшиш йўли билан	96,6	707	27,5

Ёниш вақтида химоя қилинаётган полимернинг юзасида коксли қатлам пайдо бўлиб, ортофосфорли кислота билан мочевина аддукти эса ёниш зонасига ташқи ҳудуддан кислород диффузиясини ҳамда деструкциянинг учувчан маҳсулотларини ушлаб қоладиган жисмоний тўсиқни яратиши аниқланди.

3-жадвал

Антипиренли таркиб билан шимдирилган, горизонтал қотирилган ёғоч намуналари бўйлаб олов тарқалиш тезлигининг синов натижалари

№	Намуналар	Ёнишдан олдин намунанинг массаси $m_0$ , г		Ёнишдан кейин намунанинг массаси $m_1$ , г		Олов тарқалиш тезлиги $v$ , мм/мин		Ёниш вақти $t$ , сония	
		Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат
1.	Назорат намунаси	6,501		4,250		83,5		104	
2.	АС-1	7,186	6,543	6,259	5,773	19,04	19,49	63	52,2
3.	АС-1.1	6,487		5,889		21,42		42	
4.	АС-1.2	5,969		5,372		14,63		41	
5.	АС-1.3	6,069		5,428		28,08		52	
6.	АС-1.4	7,007		5,918		14,28		63	

Антипиренлар билан модификацияланган ёғоч ва тўқимачилик материаллари бўйлаб олов тарқалиш тезлигини аниқлаш мақсадида ўтказилган тадқиқот натижалари 3-4-жадвалларда берилган. Синов натижаларига кўра ГОСТ 28157-89 бўйича АС антипирени билан шимдирилган ёғоч

материалининг намуналари оловни тарқатувчи синфга кирмаслигини хулоса қилиш мумкин.

#### 4-жадвал

**Антипиренли таркиб билан шимдирилган, горизонтал қотирилган пахта толали тўқимачилик материалларнинг намуналари бўйлаб олов тарқалиш тезлигининг синов натижалари**

№	Намуналар	Ўнишдан олдин намунанинг массаси $m_0$ , г		Ўнишдан кейин намунанинг массаси $m_0$ , г		Олов тарқалиш тезлиги $v$ , мм/мин		Ўниш вақти $t$ , сония	
		Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат	Ҳар бир намунанинг	Ўртача қиймат
1.	Назорат намунаси	0,214		0,002		500		15	
2.	АС-1	1,184	1,211	1,059	1,119	0	0	30	30
3.	АС-1.1	1,189		1,076		0		30	
4.	АС-1.2	1,295		1,28		0		30	
5.	АС-1.3	1,195		1,090		0		30	
6.	АС-1.4	1,194		1,094		0		30	

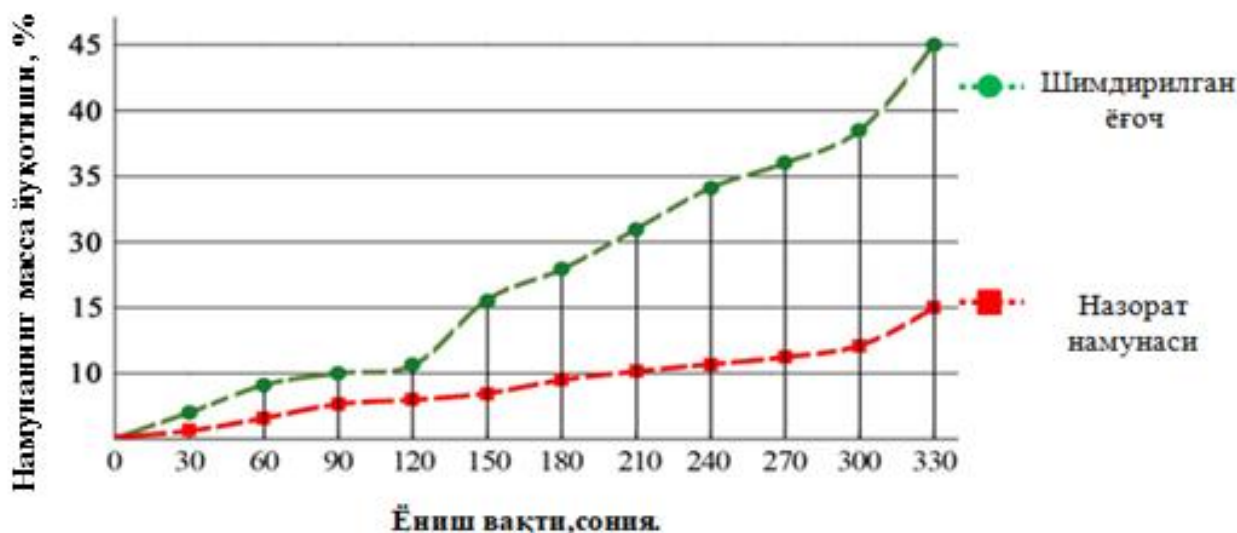
3-4-жадвалларда берилган натижаларга кўра ГОСТ 28157-89 бўйича АС антипирени билан шимдирилган пахта толали тўқимачилик материалларининг намуналари оловни тарқатувчи синфга кирмаслигини хулоса қилиш мумкин. Қаттиқ моддаларнинг қийин ёнувчи ва ёнувчи гуруҳларини аниқлаш мақсадида ўтказилган тадқиқот натижалари 5-жадвалда берилган.

#### 5-жадвал

**Антипиренли таркиб билан шимдирилган, ёғоч намуналарининг қийин ёнувчан ва ёнувчан гуруҳларини аниқлаш бўйича синов натижалари**

№	Намуналар	Намунанинг массаси, г			Таркибнинг сарфи		Намунанинг масса йўқотиши		Ўртача намунанинг масса йўқотиши	
		Ишлов берилгунгача	Ўндиришдан олдин	Ўнгандан кейин	Қопламалар, $\text{кг}/\text{м}^2$	Шимдирувчи таркиб, $\text{кг}/\text{м}^2$ ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )	г	%	г	%
1.	Назорат намунаси	92,7	-	52,3	-	-	40,4	37,4	-	-
2.	АС-1	92,5	93,1	77,9	0,001	15,2	15,2	14,1	15,6	14,5
3.	АС-1.1	93,4	93,9	78,6	0,001	15,3	15,3	14,6		
4.	АС-1.2	94,2	94,9	79,3	0,001	15,6	15,6	14,8		

Олинган натижаларга кўра, ГОСТ 12.1.044-2018 бўйича намуналар қийин ёнувчи материаллар гуруҳига киритилди.



**4-расм. Ёғоч намуналарнинг ўртача масса йўқотишининг кўрсаткичлари**  
 Ёғоч материалларининг тутун ҳосил қилиш хусусиятини аниқлаш мақсадида олиб борилган тадқиқот натижалари б-жадвалда кўрсатилган.

**б-жадвал**

**Антипиренли таркиб билан ишлов берилган ёғоч намуналарининг тутун ҳосил қилиш хусусиятини аниқлаш учун ўтказилган тадқиқот натижалари**

№	Тадқиқот режими (ёниш, чўғланиш)	Синов намунасининг рақами	Намуна массаси (гр).		Нур ўтказиши, %		Тутун ажралишининг давомийлиги, (дақ.)	Ҳар бир намуна учун тутун ҳосил қилиш коэффициент и, $D_m$ , ( $m^2/kg$ )
			Синов-гача	Синов-дан кейин	Бошлан-ғич $T_0$	Сўнгги $T_{min}$		
1.	Назорат намунаси		22.368	0,99	0,37	0,08	22	128
2.	Чўғланиш	АС-1	22.689	2.22	0,37	0,12	22	44
3.	Чўғланиш	АС-1.1	24.801	2.55	0,37	0,12	21	30
4.	Чўғланиш	АС-1.2	22.401	1.89	0,37	0,12	22	48
5.	Чўғланиш	АС-1.3	22.209	1.86	0,37	0,12	21	49
6.	Чўғланиш	АС-1.4	22.527	2.25	0,37	0,12	21	48
7.	Чўғланиш	АС-1.5	22.695	2.22	0,37	0,12	21	43
8.	Чўғланиш	АС-1.6	24.345	2.46	0,37	0,12	22	34
9.	Чўғланиш	АС-1.7	22.551	2.19	0,37	0,12	22	44
10.	Чўғланиш	АС-1.8	22.002	1.86	0,37	0,12	22	48
11.	Чўғланиш	АС-1.9	22.347	2.19	0,37	0,12	21	38

б-жадвалдан тадқиқ қилинаётган фосфор ва вермикулит таркибли антипиренли суспензия билан шимдирилган ёғоч материалларининг тутун ҳосил қилиниш даражасининг ўртача кўрсаткичлари  $DAП-1cp \approx 42,6 m^2/kg$ ни ташкил этиши кўриниб турибди. ГОСТ 12.1.044-2018 талабларига асосан тадқиқот қилинаётган ёғоч материали кам тутун ҳосил қилиш хусусиятига эга эканлиги маълум бўлди. Тўқимачилик материалларининг тутун ҳосил қилиш

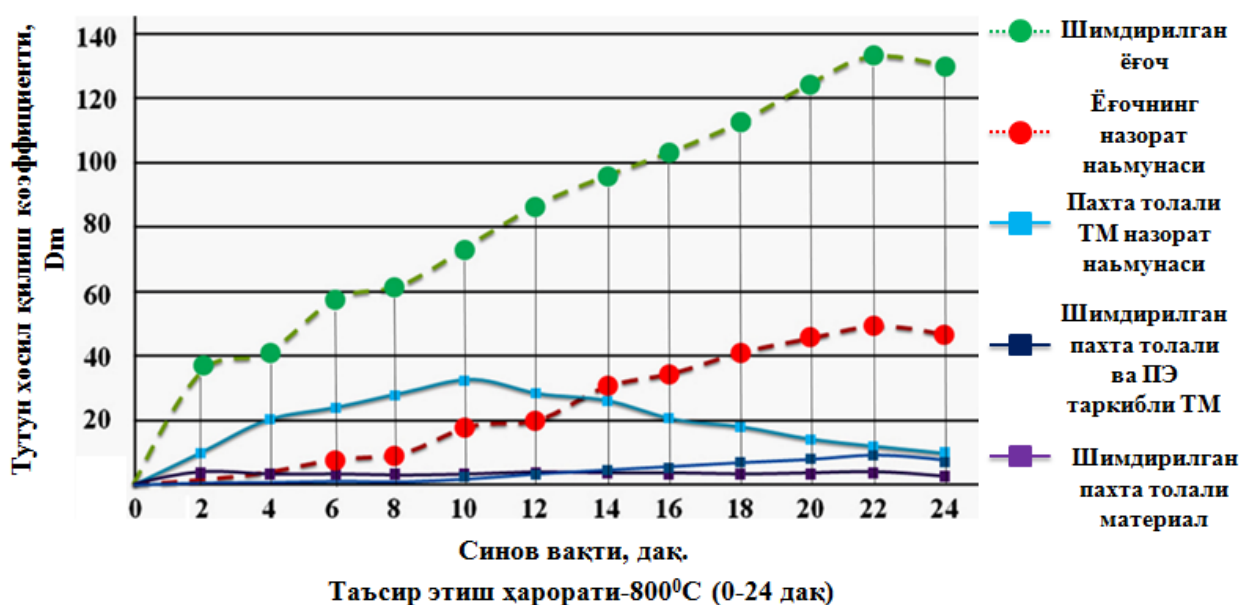
хусусиятини аниқлаш мақсадида олиб борилган тадқиқот натижалари 7-жадвалда кўрсатилган.

7-жадвал

**Антипиренли таркиб билан ишлов берилган пахта толали тўқимачилик материали намуналарининг тутун ҳосил қилиш хусусиятини аниқлаш учун ўтказилган тадқиқот натижалари**

№	Тадқиқот режими (ёниш, чўғланиш)	Синов намунасининг рақами	Намуна массаси (гр).		Нур ўтказиши, %		Тутун ажралишининг давомийлиги, (дақ.)	Ҳар бир намуна учун тутун ҳосил қилиш коэффициент и, $D_m$ , ( $m^2/kg$ )
			Синов-гача	Синов-дан кейин	Бошлан-ғич $T_0$	Сўнгги $T_{min}$		
1.	Назорат намунаси		0.681	0.015	0,37	0,30	10	33
2.	Чўғланиш	АСВ -1	3.591	2.451	0,37	0,37	0	0
3.	Чўғланиш	АСВ -1.1	3.087	2.037	0,37	0,37	0	0
4.	Чўғланиш	АСВ -1.2	3.027	1.917	0,37	0,37	0	0
5.	Чўғланиш	АСВ -1.3	3.57	2.293	0,37	0,37	0	0
6.	Чўғланиш	АСВ -1.4	3.387	2.247	0,37	0,37	0	0
7.	Чўғланиш	АСВ -1.5	3.267	2.103	0,37	0,37	0	0
8.	Чўғланиш	АСВ -1.6	3.306	2.115	0,37	0,37	0	0
9.	Чўғланиш	АСВ -1.7	3.336	2.169	0,37	0,37	0	0
10.	Чўғланиш	АСВ -1.8	3.201	2.094	0,37	0,37	0	0
11.	Чўғланиш	АСВ -1.9	3.471	2.322	0,37	0,37	0	0

7-жадвалдан тадқиқ қилинаётган фосфор ва вермикулит таркибли антипиренли суспензия билан шимдирилган пахта толали тўқимачилик материалларининг тутун ҳосил қилиниш даражасининг ўртача кўрсаткичлари  $D_{АП-1cp} \approx 0 m^2/kg$ ни ташкил этиши кўриниб турибди. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида синалган пахта толали тўқимачилик материали тутун ҳосил қилмаслиги маълум бўлди.



5-расм. Ёғоч ва тўқимачилик материалларининг тутун ҳосил қилиш коэффициентининг ўртача кўрсаткичлари

5-расмдан антипиренли суспензия билан шимдирилган ёғоч ва пахта толали тўқимачилик материалларининг тутун ҳосил қилиш даражаси назорат намуналарига қараганда камида икки баровар пастлиги кўриниб турибди. Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, тадқиқ қилинаётган антипиренли суспензия билан шимдирилган ёғоч, пахта толали тўқимачилик материаллари оловбардошлик самарадорлигига эга.

Антипиренлар билан модификацияланган сув-дисперсли бўёқ билан ишлов берилган ёғочнинг ёнувчанлигини аниқлаш мақсадида махсус лабораторияларда кетма-кет тажрибалар ўтказилди. Таклиф этилаётган ёғоч намуналари ГОСТ 16363 талаблар бўйича синовдан ўтказилди. Олиб борилган тажриба синов натижалари 8-жадвалда келтирилган.

8-жадвал

**Ёғоч қопламалари ва шимдирувчи таркибларнинг оловдан ҳимоя хусусиятларини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари берилган**

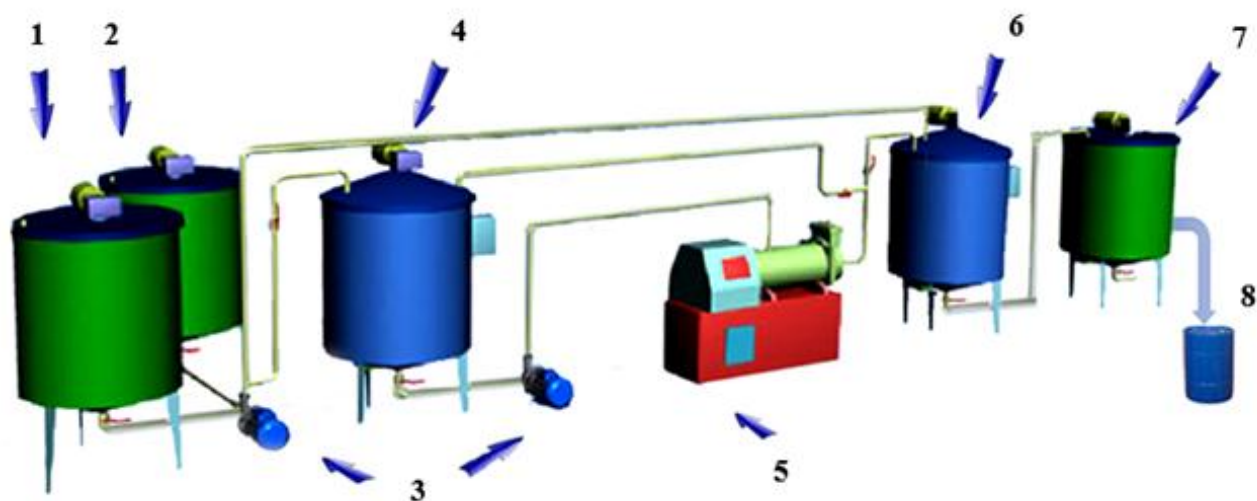
№ т\р	Вақт, с			Масса, г		Йўқотилган масса	
	Ёндирувчи манбанинг таъсир эттирилиши	Мустақил ёниш	Чўғланиш	Синовгача	Синовдан кейин	Грамм	%
Сув-дисперсли бўёқ билан кавариқлантирилган вермикулит 20% нисбатда							
1.	120	45	25	111,66	103,04	8,22	7,72%
2.	120	41	24	143,65	139,43	4,22	2,94%
3.	120	39	31	159,3	145,78	13,52	8,49%
Ўртача:							6,38%
Сув-дисперсли бўёқ билан кавариқлантирилган вермикулит 40% нисбатда							
1.	120	35	42	125,43	118,02	7,41	5,91
2.	120	33	45	142,51	135,78	6,73	4,72
3.	120	36	44	147,87	139,72	8,15	5,51
Ўртача:							5,38

Ёғоч конструкциялар учун оловдан ҳимояловчи таркибларнинг намуналари синов натижалари бўйича ГОСТ 16363 га асосан оловдан ҳимояланган биринчи гуруҳга киритилди. Мазкур бобда келтирилган тадқиқот ускуналарининг рўйхати, уларнинг услубиёти ҳамда синов жараёни олинган натижалар ҳақиқий ва аниқлигини кўрсатди.

Диссертациянинг тўртинчи «**Экспериментал тадқиқотларнинг натижаларини таҳлил қилиш**» деб номланган тўртинчи бобида, ёнғиндан хавфсиз силикат композициялар асосидаги қурилиш материалларни қўллашнинг самарадорлигини баҳолаш, ёнғиндан ҳимояланган қопламаларни ишлаб чиқишда ўзида силикат сақловчи антипирен бирикмаларини амалий қўлланилишини ўрганиш ҳамда лок-бўёқ қопламаларини олишнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисоб-китобига бағишланган.

Турли хил таркибларни олиш бўйича юқорида келтирилган тажрибалар асосида иссиқликдан ҳимоя қилувчи лок-бўёқ материалларини ишлаб чиқариш бўйича таклиф этилаётган технологик жараёнда дастлаб корхонага келиб тушган маҳсулот сифати ва миқдори ҳужжатларга мослиги назоратдан ўтказилади ҳамда диссольтвернинг ичига хомашё солиниб, бир хил массага

айлангунга қадар аралаштирилади. Сўнг аралашмани юпқа шаклга келгунича майдалаш мақсадида бисерли тегирмондан ўтказилиб, кейин бўёқ ҳолатига келгунча тайёрланади ва тозалаш филтридан ўтказилади. Охирги жараёнда бўёқлар аралаштиргичлардан идишларга қуйилади (6-расм).



**6-расм. Янги таркибли оловбардош лок-бўёқ материалларини ишлаб чиқариш технологиясининг схемаси:**

1-антипиренларни киритиш учун сиғим; 2-сув дисперсли лок-бўёқни киритиш учун сиғим; 3-насос; 4-диссолювер; 5-бисерли тегирмон; 6-электр аралаштиргич; 7-тозалаш фильтри; 8-идишларга қуйиш

Маҳаллий минерал маҳсулоти бўлган бўрттирилган вермикулит асосида янги самарадор оловдан ҳимояловчи бўёқни ишлаб чиқиш учун тегишли ишлаб чиқариш технологияси кашф қилиниб, тажриба-саноат ишлаб чиқариш синовлари ўтказилди.

Бундан ташқари, маҳаллий хом ашёлар вермикулит, ортофосфор кислотаси, силикат композициялар асосида янги турдаги таркиб ёнмайдиган материаллар гуруҳига киради ва ушбу силикат структурали ёнғиндан хавфсиз бўлган оловбардош лок-бўёқ материаллари қурилиш (ёғоч, металл ва бетон) конструкцияларнинг термик бардошлилик, оловбардошлилик ва иссиқлик изоляциялаш хусусияти юқорилиги сабабли кенг ишлаб чиқариш имконияти пайдо бўлади.

## ХУЛОСА

“Силикат композициялар таркибли антипиренлар асосида полимер материалларни ёнғин хавфсизлигини ошириш” мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация асосида амалга оширилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Ёнғиндан ҳимояланган қурилиш материалларни олиш учун турли хил полимер материалларнинг оловбардошлилигини ва ёнувчанлигини аниқлашда қўлланиладиган ҳар хил турдаги янги усуллари ўрганиш орқали, маҳаллий

хомашё асосида янги турдаги антипиренлар билан модификацияланган оловбардош полимер ва тўқимачилик материалларни олиш усуллари аниқланди.

2. Полиолефин, ёғоч ва тўқимачилик материалларнинг оловбардошлик, ёнувчанлик, тутун ҳосил қилиш, кислородли индексини ҳамда термооксидли барқарорлиги сифатида ёнғин-техник кўрсаткичлари ҳисобланди. Материалларнинг ўзига хослиги ва антипиренларнинг таъсир этиш механизми аниқланди ҳамда ёнғин хавфи паст бўлган материалларни ишлаб чиқиш бўйича энг мақбул йўналишни танлаш учун стандарт усулларни қўллаш орқали материалларнинг ёнғин-техник кўрсаткичларининг комплекс тадқиқот усуллари ишлаб чиқилган.

3. Лаборатория ускуналарида ўтказилган оловли синовларнинг натижаларида прогнозлаштирилаётган ёнғин хавфи ва ҳисоб-китобнинг солиштирма кўрсаткичлари асосида, оловдан химояланиш самарадорлигининг I гуруҳига кирадиган полиэтилен материалларини олиш учун қулай бўлган антипиренларни танлаш таклиф этилди. Полиэтилен, тўқимачилик материаллари ва сув-дисперсли қопламаларга таклиф қилинаётган антипиренларни киритиш термооксидли деструкция жараёнини камайтиришга, иссиқликка бардошлиликни оширишга имкон беради. Полиэтилен ҳамда сув-дисперсли қопламаларнинг термооксидли деструкция қонунийлигига антипиренли таъсирнинг самарадорлигини оширишга эришилган.

4. Янги олинган олов ва иссиқликдан самарали химояловчи лок-бўёқ материаллари, шунингдек, антипиренлар қурилиш материалларни ёнувчан (Ё4) гуруҳдан, қийин ёнувчан (Ё1) гуруҳга ўтказилиши учун хизмат қилади ва ёғоч материалларнинг критик чўғланиш қийматини 14 дақиқадан 18-19 дақиқагача оширишга, яъни, камида 1,1 маротабагача яхшиланиши илмий исботини топган.

5. Янги таркибда олинган олов ва иссиқликдан самарали химояловчи лок-бўёқ материаллари ҳамда антипиренларнинг қўлланилиши, янги олинган таркиб ёғоч конструкцияларнинг мустаҳкамлигини 1,1% гача, термикбардошлигини 1,1-1,15% гача ошириш имконини беради. Ёғоч материалларининг тутун ҳосил қилиш коэффициенти 1,2% гача, ёнғин тарқалиш тезлиги 1,2 баробаргача камайтириш орқали оловбардошлилик кўрсаткичи ошиши илмий асосланган.

6. Ушбу олиб борилган тадқиқотлар натижасига асосан, бино ва иншоотларга ишлатиладиган қурилиш ва пардозлаш материалларига ишлов бериладиган сув-дисперсли лок-бўёқ материалларнинг модификацияланиши орқали, оловга иссиқбардошлилик даражаси оширилди. Натижада, бино ва иншоотларнинг ёнғинбардошлигини мустаҳкамлаш ва ёнғин хавфсизлигини таъминлаш самарадорлигини оширувчи моддалар ишлаб чиқилиши, соҳадаги муаммоларни камайтириш бўйича изланишларда илмий ечимини топиши ўз исботини топди.



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

---

**АКАДЕМИЯ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ЛИТЯГА АРТЁМ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНТИПИРЕНОВ СОДЕРЖАЩИХ  
СИЛИКАТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ**

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

**АВТОРЕФЕРАТДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021. 2. PhD/Т1242.**

Диссертация выполнена в Академии Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан.

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

**Научный руководитель:** **Курбанова Махира Абдувахобовна**  
доктор философии по техническим наукам (PhD),  
доцент

**Официальные оппоненты:** **Нуркулов Файзулла Нурмунинович**  
доктор технических наук, с.н.с.

**Мусаев Маруфджон Набиевич**  
кандидат технических наук, профессор.

**Ведущая организация:** **Ташкентский архитектурно-строительный институт**

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета PhD.40/30.12.2020.Т.129.01 до присуждению ученых степеней при Академии Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан 31 января 2022 г. в 11:00 часов. (Адрес: 100102, г.Ташкент, Янгихаётский район, улица Дустлик, дом-5, (тел.: (71) 258-35-33, факс: (71) 258-56-57, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Академии МЧС Республики Узбекистан (зарегистрирован за № 7). Адрес: 100102, г.Ташкент, улица Дустлик, дом-5, (тел.: (71) 258-35-33, факс: (71) 258-56-57, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

Автореферат диссертации разослан 17 января 2022 года.

(реестр протокола рассылки № 1 от 16 ноября 2021 года)



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

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

**Ш.Э.Курбанбаев**  
Председатель Ученого семинара Научного  
совета по присуждению ученых степеней, д.т.н.,  
старший научный сотрудник

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Количество пожаров в мире за последние пять лет составляет в среднем 7-8 миллионов в год, число погибших 80-90 тысяч человек, количество раненых 600-800 тысяч человек, материальный ущерб составляет 40 миллиардов долларов США <sup>1</sup>. Анализ крупных пожаров в мире показывает, что быстрое распространение пламени по полимерным материалам и выделение ими густого дыма приводит к большим проблемам при эвакуации людей и спасении материальных ценностей. Именно поэтому по всему миру проводятся широкомасштабные научные исследования проблем поиска научно-технических решений в направлении обеспечения пожарной безопасности. В частности, уделяется большое внимание вопросам применения ряда эффективных средств в области противопожарной защиты различных строительных конструкций, отделочных и текстильных материалов от пожара, в том числе путем обработки теплоизоляционными составами, а также созданию и исследованию антипиреновых свойств элементов огнестойких полиолефинов, лакокрасочных и иных материалов.

В мире ведутся направленные исследования по повышению роста производства продуктов на основе полиолефинов и целлюлозы с повышенными термостойкими, огнестойкими свойствами, а также улучшение качества и прочности применяемых материалов, обеспечивающие пожаробезопасность конструкций объектов. В связи с этим, выбор антипиренов на основе силикатных композиций, применяемых в качестве пропиточных и заливочных компаундов, помимо необходимого уровня физико-механических, теплофизических и электрических свойств, должны обладать пониженной горючестью. Именно поэтому особую значимость и актуальность, представляет собой выбор модификаторов полифункционального действия, а также наполнителей для направленного регулирования свойств полимерных материалов, в том числе пониженной горючести.

На сегодняшний день в нашей Республике с целью повышения степени огнестойкости строительных конструкций и материалов, посредством использования органических и неорганических компонентов, проводятся разносторонние научные изыскания по созданию композиций, значительно повышающих качество строительных материалов. В этой связи, в нашей республике особое внимание уделяется изучению и созданию огнестойких и жаропрочных материалов и композиций на основе местного сырья, не содержащих галогенов и обладающих особой стойкостью при термическом воздействии.

С этой точки зрения данная диссертационная работа в определенной степени служит реализацией задач, определенных Постановлением Президента

---

<sup>1</sup> <https://ctif.org/world-fire-statistics>

Республики Узбекистан №ПП-4335 от 23 мая 2019 года “О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов”, Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-4426 от 24 августа 2019 года “О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях промышленности”, Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №649 от 20 октября 2020 года “Об утверждении правил пожарной безопасности”, а также другими нормативно-правовыми документами, относящимися к данной сфере деятельности.

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

**Степень изученности проблемы.** В последние годы учёными Республики Узбекистан и зарубежными учеными разработаны научные основы технологии и структуры трудногорючих полимерных и текстильных материалов, модифицированных силикатными композициями. В теорию и в практику создания трудногорючих полимерных и текстильных материалов, модифицированных силикатными композициями внесён колоссальный вклад такими учёными как Тавиа Б., Лайоном Р.Э., Дубенецким К.Н., Головановым А.В., Берлиным А.А., Перепёлкиным К.Е., Хашхожевым Э.Р., Герасиным В.А., Серковым Б.Б., Хвостенковым С.И., Крашенинниковым О.Н., Ахтямовым Я.А., Тихоновым Ю.М., Сидоровым А.В., Макбузовым А.С., Щербиным А.Н., Жуковым А.З., Бланезым М., Нгуеным А.Н., Пожниным А.П., Кольцовым А.И., Дюлаксом Л., Побединским А.В., Джалиловым А.Т., Миркамиловым Т.М., Исмаиловым И.И., Максумовой О.Т., Искандеровой М., Арифовым П.А., Сулеймановым А.А., Курбанбаевым Ш.Э., Ибрагимовым Б.Т. и другими.

На сегодняшний день с целью повышения степени огнестойкости строительных конструкций и материалов, посредством использования органических и неорганических компонентов, проводятся разносторонние научные изыскания по созданию композиций, значительно повышающих качество строительных материалов. В этой связи, особое внимание уделяется изучению и созданию огнестойких и жаропрочных материалов и композиций на основе местного сырья, не содержащих галогенов и обладающих особой стойкостью при термическом воздействии.

В последние годы для пожарно-спасательной службы приносит очень большие проблемы высокая степень горючести строительных материалов, то есть их свойства к быстрому и легкому возгоранию. Это на сегодняшний день порождает необходимость проведения исследований по расширению объёма производства огнестойких и теплостойких полимерных материалов в мире и в Узбекистане.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта научно-технической программы прикладного исследования по теме БВ-Атех–2018 “Разработка технологии получения трудногорючих теплоизоляционных составов на основе местного минерального сырья” (2018–2020), включённых в план научно-исследовательских работ Академии МЧС Республики Узбекистан.

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования является повышение уровня пожаробезопасности новых жаропрочных ПМ (полимерных материалов) на основе антипиренов местного сырья, содержащих силикатные композиции и разработка технологии их получения.

**Задачи исследования:**

изучение методов повышения пожаробезопасности ПМ, модифицированных силикатными композициями на основе местного сырья;

исследование пожарно-технических характеристик материалов, таких как огнестойкость, горючесть, дымообразование, кислородный индекс и термоокислительная стабильность полиолефинов, древесных и ТМ;

разработка методологии комплексного исследования пожарно-технических характеристик материалов, с использованием стандартных методов, изучение особенностей материалов и роли механизма действия замедлителей горения, выбор рационального направления работ по созданию материалов пониженной пожарной опасности;

сопоставление полученных практических характеристик пожарной опасности с расчетными значениями, прогнозируемыми на основе результатов огневых испытаний на лабораторных установках;

разработка технологии получения жаропрочных покрытий для полимерных материалов, модифицированных силикатными композициями на основе вермикулита и выпуск в условиях производства опытно-промышленной партии.

**Объектом исследования** является: повышение уровня пожарной безопасности зданий и сооружений на основе регулирования термостойких, огнестойких и пожарно-технических характеристик ПМ с помощью новых огнезащитных добавок, модифицированных силикатными композициями.

**Предметом исследования** являются: ортофосфорная кислота, силикатные композиции, Тебинбулакский вермикулит, полиэтилен низкой плотности, древесина, водно-дисперсионные краски и ТМ.

**Методы исследований.** В процессе исследований были использованы методы определения теплофизических свойств, дифференциальные термические методы анализа, стандартные методы определения огнестойкости, горючести, коэффициента дымообразования, кислородного индекса и тления материалов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:



созданы антипирены на основе силикатных композиций для получения термо- и ТГПЭ (трудногорючих полиэтиленов);

созданы новые высокодисперсные жаропрочные наполнители на основе минерала вермикулита, а также за счет совершенствования метода улучшения огнестойких и теплозащитных свойств данного минерала позволило перевести текстильные и древесные материалы в группу трудногорючих материалов;

разработан метод увеличения огне- и теплозащитных функций вермикулитов путем модификации, позволяющий перевести ТМ и древесные строительные материалы в группу ТГ материалов;

разработана технология получения огнезащитной силикатной красящей продукции на основе модифицированных тонкодисперсных вермикулитов;

созданы новые огнезащитные суспензионные составы в виде пропиток для ТМ на основе мелкодисперсных вермикулитов и разработан метод оценки эффективности дополнительных показателей данных составов.

#### **Практические результаты исследования:**

разработаны технологические способы получения антипиренов на основе силикатной композиции для получения ТГПЭ;

созданы огнезащитные антипиреновые пропитки и покрытия на основе местного минерального сырья вермикулита для повышения эффективности обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и боевой одежды сотрудников пожарно-спасательных подразделений;

достигнуто значительное снижение пожарной опасности строительных материалов путем использования разработанных новых огнезащитных покрытий, в том числе, применение огнезащитных покрытий дало возможность перевести горючие древесные и ТМ в группу ТГ материалов;

разработаны суспензионные покрытия с содержанием наночастиц на основе минерала вермикулита. На их основе созданы новые жаропрочные составы, а также разработан новый метод повышения эффективности оценки жаропрочности полимерных и ТМ.

**Достоверность результатов исследования.** Научные исследования проводились с использованием современных физико-термических, стандартно-эксплуатационных методов анализа; опытные испытания проводились в лабораториях и на предприятиях лакокрасочной, текстильной промышленности и подтверждены актами.

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

Научная значимость результатов исследования заключается в установлении повышения пожаробезопасности полимерных и ТМ с добавлением антипиренов на основе силикатных композиций и вермикулита в виде суспензии, а также в определении термо- и огнестойких свойств методом оценки эффективности дополнительных показателей составов пропиток и покрытий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии получения пожаробезопасных полимерных строительных и ТМ на основе силикатных композиционных антипиренов, а

также пропитки для целлюлозных материалов специального назначения. Данная технология способствует расширению ассортимента антипиренов и полимерных изделий на основе импорт заменяющего местного сырья обеспечением пожарной безопасности зданий, сооружений и боевой одежды сотрудников пожарно-спасательных подразделений.

Результаты работы могут быть использованы для составления рекомендаций по созданию технологии процессов получения жаропрочных материалов различного типа на основе ПЭ.

**Внедрение результатов исследования.** Полученные результаты по созданию жаропрочной пропитки и наполнителей на основе местного минерального сырья имеют следующие факты внедрения:

новый состав лакокрасочного материала, разработанный на основе местного минерала Тебинбулакского вермикулита, эффективно защищающий от огня древесные материалы, внедрен в производство на ООО «CLOBAL-BUILDING-GROUP» (протокол от 28 апреля 2021 г. №148 Центра испытаний Научно исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан, акт от 2 августа 2021 года ООО «CLOBAL-BUILDING-GROUP», справки от 22 сентября 2021 года № 05/15-2347 АО «Qurilishmateriallari» и от 1 ноября 2021 года № 09-05/12440 Министерства строительства Республики Узбекистан). В результате полученные новые эффективные огнезащитные, теплоизоляционные лакокрасочные материалы и антипирены позволили перевести строительные материалы с группы горючести (Г4) в группу трудногорючих (Г1), а также научно доказано увеличение значения времени критического тления древесных материалов с 14 минут до 18-19 минут, то есть улучшение минимум 1,1 раза, дали возможность повысить прочность древесных конструкций на 1,1%, термостойкость на 1,1-1,15%, а также научно доказана возможность понижения коэффициента дымообразования до 1,2%, уменьшение скорости распространения пламени в 1,2 раза, кроме этого годовой экономический эффект от использования данных модифицированных антипиренами лакокрасочных материалов составил 560 000 000 (пятьсот шестьдесят миллионов) сумов.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 2 научные статьи в зарубежных журналах, 5 научных статей в журналах рекомендованных к публикации основных научных результатов докторских диссертаций ВАК при Кабинете Министров Республики Узбекистан, 10 в международных и республиканских конференциях.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 118 страниц.



## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснованы востребованность и актуальность темы диссертации, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, приведен обзор зарубежных и научных исследований нашего государства по теме диссертации и степень изученности проблемы, составлены цели и задачи, выявлен объект и предмет исследования, изложена научная новизна и практическая значимость полученных результатов исследования, раскрыта теоритическая и практическая значимость полученных результатов, даны сведения о внедрении результатов исследования, об опубликованных работах и о структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Общая характеристика полимер-силикатных композиционных материалов»** показаны физико-механические свойства и области применения полимерных строительных материалов на основе полиолефинов, создание жаропрочных и термостойких композиционных материалов на основе полиолефинов, расчеты горючести, воспламенения и дымообразующей способности полимерных строительных материалов на основе вторичных полиолефинов, современные тенденции в нормировании пожаробезопасного функционирования объектов с применением полимерных материалов, а также рассмотрены задачи локализации вермикулита.

Проведён сравнительный обзор литературы на основе опыта зарубежных стран, в области противопожарной защиты, широко используемых в строительстве текстильных материалов. Помимо этого, система оценки пожарного риска учитывает опасные социально-экономические последствия в жилых домах, предотвращение пожаров, проблемные вопросы методов анализа, информацию об ущербе от задымления и их последствия. В результате исследования были обсуждены данные о неустойчивости изделий на основе полиолефинов и текстильных материалов к теплу и огню, быстрому горению и образованию токсичных газов в результате пожара, причинения вреда жизни и здоровью населения в жилых домах.

Число пожаров в нашей республике за последние 2017-2021 года составило в среднем 11 000 в год, что говорит о тенденции их понижения. К сожалению, количество погибших увеличилось до 124 человек, количество травмирования уменьшилось до 259 человек, а материальный ущерб увеличился до несколько сотен миллиардов сумов.

Около 70% от всех пожаров приходится на жилой сектор, и основная причина смерти во время пожаров - не травмирование от огня, а в 80% случаях смерть наступает от отравления дымом. Основной причиной отравления людей при пожарах является дым выделяемый во время горения полимерных материалов, используемых в жилых помещениях, то есть 70% строительных и отделочных материалов. На основе критического анализа этих проблем сформированы цели и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе диссертации **«Методы экспериментальных исследований»** описаны используемые материалы и методы приготовления

образцов, методы определения огнезащитных свойств полимерных материалов, определение огнестойкости к горению, кислородный индекс и коэффициент дымообразования, а также методика изучения кинетики термодеструкции полимеров и их расчеты. С целью определения распространения пламени по горизонтально закреплённому образцу использовался стандартный метод (ГОСТ 28157-89), позволяющий определить стойкость к горению.

Газовая горелка Бунзена поднесена к образцам древесины на 30 с., а после была удалена и зафиксировано время свободного горения. К образцам ТМ горелка поднесена также на 30 с, после чего исследуемый материал сразу погас, что научно подтвердило его труднорючесть.

Скорость горения  $v$  (мм/мин) каждого образца была вычислена по формуле:

$$v = \frac{60L}{t}, \quad (1)$$

где  $L$  - длина сгоревшей части исследуемого образца, мм;

$t$  - время горения, с.

С целью определения группы ТГ и горючих твердых веществ, использовался стандартный метод экспериментального определения группы ТГ и горючих твердых веществ и материалов. Испытания проводили на 3 образцах материала длиной 60 мм, высотой 150 мм и толщиной 30 мм.

Держатель с образцом был введён в камеру за время не более 5 с и испытания проводились в течение 300 с; при этом температура не превышала 260 °С. После чего горелка была выключена. Образец выдерживался в камере до полного остывания (комнатной температуры). Далее остывший образец был извлечён из камеры и взвешан.

После получения экспериментальных данных были проведены два аналогичных испытания с новыми образцами.

Максимальная температура приращения ( $\Delta t_{max}$ ) вычислена по формуле

$$\Delta t_{max} = t_{max} - t_0, \quad (2)$$

где  $t_{max}$  - максимальная температура газообразных продуктов горения исследуемого материала, °С ;

$t_0$  - начальная температура испытания, равная 200 °С.

Потерю массы образца ( $\Delta m$ ) в процентах подсчитана по формуле

$$\Delta m = \frac{m_n - m_k}{m_n} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $m_n$  - масса образца до испытания, г;

$m_k$  - масса образца после испытания, г.

По значению максимального приращения температуры  $\Delta t_{max}$  и потере массы  $\Delta m$  материалы классифицируют на:

трудногорючие -  $\Delta t_{max} < 60$  °С и  $\Delta m < 60$  %;

горючие -  $\Delta t_{max} \geq 60$ °С или  $\Delta m \geq 60$ %.

С целью определения дымообразующей способности материалов использовался стандартный метод экспериментального определения коэффициента дымообразования твёрдых веществ и материалов.

Коэффициент дымообразования ( $D_m$ ) в  $m^2 \cdot kg^{-1}$  рассчитан по формуле:

$$Dm = \frac{V_n}{lm} \ln \frac{T^0}{T_{min}}, \quad (4)$$

где  $V$ - вместимость камеры измерения,  $m^3$ ;

$L$  - длина пути луча света в задымленной среде,  $m$ ;

$m$  - масса образца,  $kg$ ;

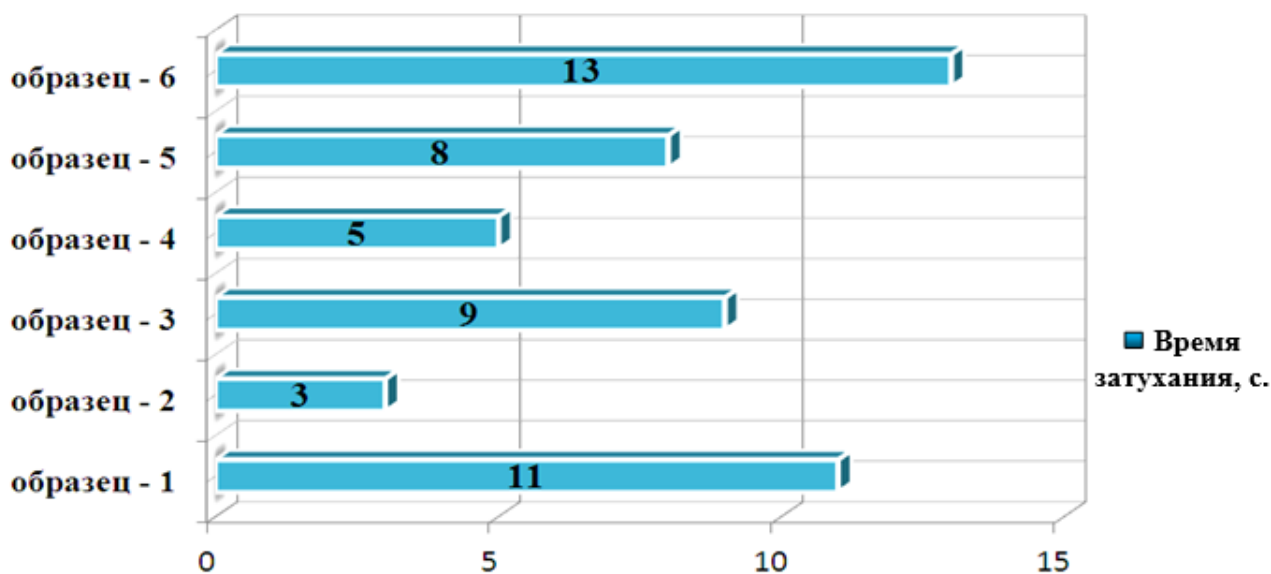
$T_0$  и  $T_{min}$ - соответственно значения начального и конечного светопропускания, %.

В третьей главе диссертации «**Экспериментальная часть**» исследовано влияние антипиренов, полученных на основе силикатных композиционных соединений на горючесть полиэтилена, проведены исследования горючести, распространения пламени и дымообразования древесины и текстильных материалов, модифицированных антипиренами.

Предметом исследования является ПЭНД (полиэтилен низкого давления). В качестве добавки были использованы антипирены (АП), полученные: АП-1 - на основе метасиликата натрия со стеариновой кислотой и аддуктом мочевины с фосфорной кислотой (1:1:1); АП-2 - на основе метасиликата натрия с аддуктом мочевины и фосфорной кислотой в мольных соотношениях (1:1); АП-3 - на основе метасиликата натрия с эпихлоргидрином; АП-4 - на основе тетрабората натрия с метасиликатом натрия и АД (1:1); АП-5 - на основе тетраэтоксилана со стеариновой кислотой (1:2); АП-6 - на основе гексафторсиликата натрия со стеариновой кислотой и АД (1:1:1). Горение принято характеризовать значениями линейных и массовых скоростей выгорания ПМ. При лабораторных исследованиях определяют время самостоятельного горения материала. Исходя из этого, в проведенных исследованиях оценку эффективности действия замедлителей горения оценивали по продолжительности самостоятельного горения композитов методом определения скорости горения. Метод предназначен для сравнительной оценки относительной способности пластмасс воспламеняться под воздействием источника возгорания.

По данным рисунка 1 можно определить, что кремний содержащие антипирены АП-2 и АП-6, из-за присутствия связи атомов фтора с кремнием, замедляют процесс горения полиолефинов и проявляют высокую жаропрочность по сравнению с другими АП-1, АП-3, АП-4, АП-5 антипиренами. Каталитическая активность фтора и силикатов в процессе термической деструкции полимера, позволяет смещать процесс в сторону

понижения теплового эффекта и, тем самым, уменьшать максимальную скорость тепловыделения.



**Рис. 1** Показана зависимость времени затухания полиэтилена от состава модифицированных ПЭ: 1- ПЭ+АП-1; 2-ПЭ+АП-2; 3-ПЭ+АП-4; 4- ПЭ+АП-4; 5- ПЭ+АП-5; ПЭ+АП-6

В настоящее время при оценке жаропрочности ПМ наиболее реальными (точными и информативными) являются термические характеристики, исследованные по методам ДТА (дифференциально-термический анализ) и ТГ анализа, позволяющие выявить поведение материала в условиях высоких температур, близких к условиям реального пожара.

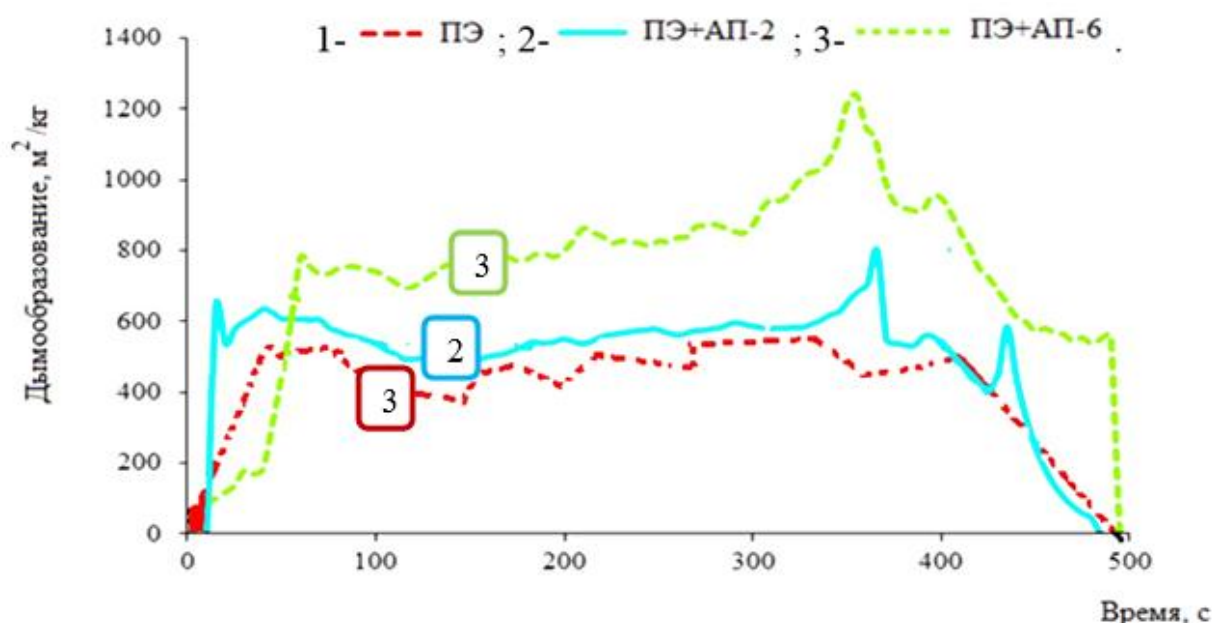
Следует отметить, что в рассматриваемом случае, часть макромолекул полиолефинов, расположенных внутри кремний содержащих олигомеров, благодаря низкому и близкому контакту с каталитическими активными силоксанами, содержащих гетерофункциональные группы и кислород, трансформируется в конденсированный коксокерамический остаток, и считаются более термостабильными, чем обычный углеродный кокс.

Для ПЭ, модифицированных кремний содержащими антипиренами АП-2 и АП-6, характерно понижение периода индукции воспламенения, по сравнению с исходным ПЭ, обусловленное каталитическими процессами пиролиза на поверхности фтора и силиката.

При этом, показатель удельного дымовыделения при сгорании композита ПЭ+АП-2 и ПЭ+АП-6 снижается незначительно, по сравнению с исходным ПЭ (см.рис 2).

Изучение кинетики термоокислительной деструкции модифицированных водно-дисперсионных покрытий антипиренами проводится методами термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии. В таблице 1 показаны термостойкие параметры по шести разным модифицированным водно-дисперсионным краскам по данным ДСК (дифференциально-сканирующая калориметрия). Для образца, модифицированного олигомерными

антипиренами АП-1, АП-2, АП-3, АП-4, АП-5 и АП-6, показаны пики температуры максимумов при 600-622К, соответствующие высокотемпературной стойкости полимеров.



**Рис. 2** Зависимость скорости дымовыделения от времени сгорания исследуемых образцов полиэтилена

При расчете количества теплоты, требуемой на плавление, выявлено, что чем больше площадь пика, тем выше степень кристалличности.

По приведённым расчётным данным (табл.1) видно что, ДСК- кривой показывает о степени кристалличности. Пик плавления при высокой температуре в узком температурном диапазоне свидетельствует о формировании оптимального количества кристалличности полимера.

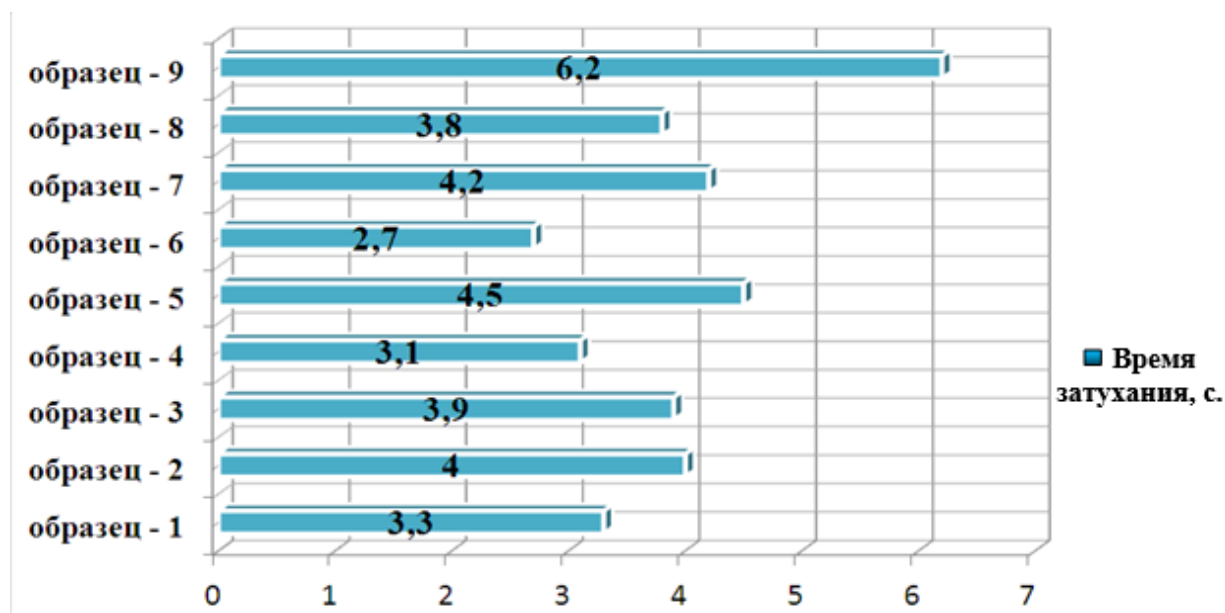
**Таблица 1**

**Результаты исследования термостойких параметров модифицированных водно-дисперсионных красок по данным дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК)**

№	Образцы полимера	Температура разложения, К			Потеря массы при определенной температуре,		
		$T_{0\%}$	$T_{10\%}$	$T_{20\%}$	При $T_{539}$	При $T_{639}$	При $T_{839}$
1.	ВДК-без стабилизатора	408	616	626	3,1	13,5	17
2.	ВДК с добавлением +АП-1 (1%)	495	616	672	1,9	11,3	12,57
3.	ВДК с добавлением +АП-2 (1%)	490	605	651	1,6	10,9	13,2
4.	ВДК с добавлением +АП-3 (1%)	500	609	657	1,7	11,6	14,3
5.	ВДК с добавлением +АП-4 (1%)	476	614	643	2,4	11,86	12,5
6.	ВДК с добавлением +АП-5 (1%)	496	607	645	2,3	11,0	14,8
7.	ВДК с добавлением +АП-6 (1%)	503	611	677	1,8	11,4	12,5

При исследовании горючести предлагаемых антипиренов, для стабилизации использовали местное сырье ПЭНП марки Р-У 342 и F-У-720 с плотностью  $\rho=0,9220$  г/см<sup>3</sup>, производства Шуртанского газохимического комплекса. В результате исследований выявлено что кремний содержащий антипирен АП-6 способствует проявлению высокой жаропрочности по сравнению с другими АП-1, АП-3, АП-4 антипиренами из-за присутствия связей атомов фтора с кремнием, которые замедляют процесс горения полиолефинов.

Кроме того, каталитическая активность фторосиликатов в процессе термической деструкции полимера позволяет смещать процесс в сторону понижения теплового эффекта и, тем самым, уменьшает максимальную скорость тепловыделения. В результате имеет место влияние кремнийсодержащих олигомерных антипиренов на процесс горения полимеров в виде механизма снижения горючести.



**Рис. 3. Зависимость времени затухания от состава модифицированных полиолефинов (1-ПЭ+ АП-1 (1%); 2-ПЭ+АП-2; 3- ПЭ+ АП-3; 4- ПЭ+ АП-4; 5- ПЭ+ АП-5; 6- ПЭ+ АП-6; 7-ПЭ+АП-1(0,5 %); 8-ПЭ+АП-1(2%); 9- ПЭ без антипирена)**

Исследования горючести полученных полиолефинов согласно ГОСТ 21207-81 показали, что введение в ПЭНП всех разработанных антипиренирующих систем приводит к уменьшению времени остаточного горения (табл. 2). По этому параметру наиболее эффективным огнегасящим составом является ПЭНП+АП-5.

Так, время остаточного горения полиолефина, модифицированного кремний содержащим антипиреном АП-5, не превысило 10 с, что позволяет отнести композит на основе ПЭ к категории ТГ материалов.



Таблица 2

**Результаты исследования горючести композитов на основе ПЭ с кремний  
содержащими олигомерными антипиренами**

№	Образцы	Время горения, сек.	Температура зажигания, К	Кислородный индекс, %
1.	ПЭ - без стабилизатора	180	616	18
2.	ПЭ с добавлением 1% АП-1	95	674	27
3.	ПЭ с добавлением 1% АП-2	98	671	26
4.	ПЭ с добавлением 1% АП-3	91	705	25,7
5.	ПЭ с добавлением 1% АП-4	87	714	30
6.	ПЭ с добавлением 1% АП-5	115	638	23
7.	ПЭ с добавлением 1% АП-6	76	710	29
8.	ПЭ с добавлением 1% CESA <sup>TM</sup> - flam PE 41329/A	96,6	707	27,5

Выявлено что, на протяжении горения на поверхностной части модифицированного полимерного материала образовывается кокс, так как аддукт мочевины и ортофосфорной кислоты формирует вспенивающий слой, тем самым способствует созданию барьера полифосфорной кислоты, замедляющий взаимопроникновение кислорода с воздуха в зону горения, а также останавливающий выход с наружной стороны парящих деструкционных продуктов.

Как показали исследования жаропрочности полученных композитов, олигомерная композиция ПЭ с антипиренами приводит к синергетическому эффекту. В таблицах 3 и 4 приведены результаты проведённых экспериментов по определению распространения пламени.

Таблица 3

**Результаты испытания распространения пламени по горизонтально закреплённым  
образцам древесных материалов, пропитанных антипиреновым составом**

№	Образцы	Масса образца до сгорания $m_0$ , г		Масса образца после сгорания $m_1$ , г		Скорость распространения пламени $v$ , мм/мин		Время горения $t$ , сек	
		Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина
1.	Контрольный образец	6,501		4,250		83,5		104	
2.	АС-1	7,186	6,543	6,259	5,773	19,04	19,49	63	52,2
3.	АС-1.1	6,487		5,889		21,42		42	
4.	АС-1.2	5,969		5,372		14,63		41	
5.	АС-1.3	6,069		5,428		28,08		52	
6.	АС-1.4	7,007		5,918		14,28		63	

На основании проведённых испытаний в соответствии с положениями ГОСТ 28157-89 можно сделать вывод, что образцы древесины, пропитанные антипиреном №АС, не входят в класс, распространяющих пламя.



Таблица 4

**Результаты испытания распространения пламени по горизонтально закреплённым образцам хлопчатобумажных ТМ, пропитанных антипиреновым составом**

№	Образцы	Масса образца до сгорания $m_0$ , г		Масса образца после сгорания $m_1$ , г		Скорость распространения пламени $v$ , мм/мин		Время горения $t$ , сек	
		Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина	Каждого образца	Средняя величина
1.	Контрольный образец	0,214		0,002		500		15	
2.	АСВ-1	1,184	1,211	1,059	1,119	0	0	30	30
3.	АСВ-1.1	1,189		1,076		0		30	
4.	АСВ-1.2	1,295		1,28		0		30	
5.	АСВ-1.3	1,195		1,090		0		30	
6.	АСВ-1.4	1,194		1,094		0		30	

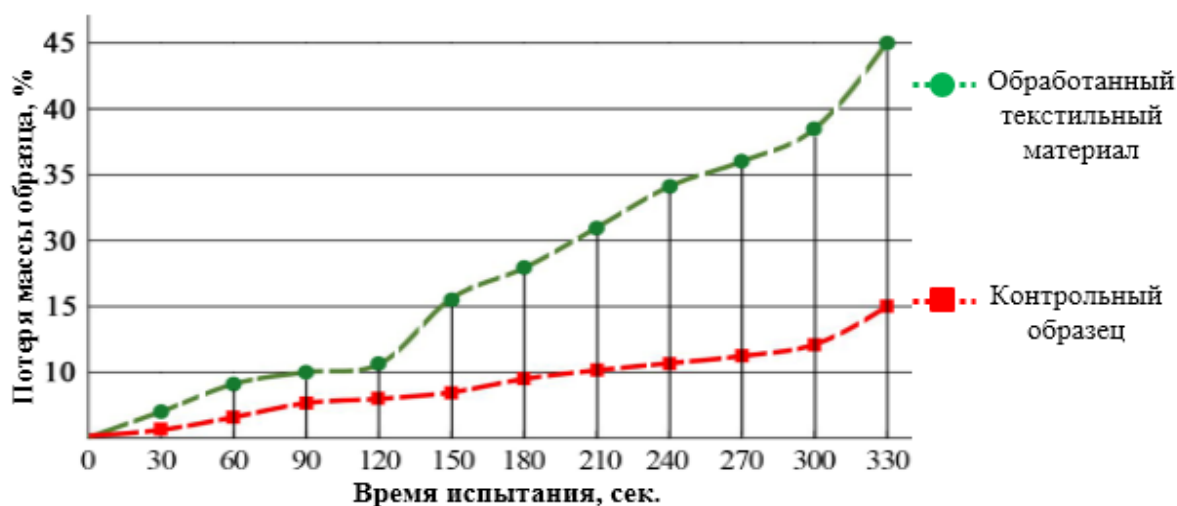
В соответствии с положениями ГОСТ 28157-89 можно сделать вывод, что образцы хлопчатобумажных ТМ, пропитанных антипиреном №АВС, не входят в класс, распространяющих пламя. В таблице 5 приведены результаты проведённых экспериментов по определению группы ТГ и горючих твердых веществ и материалов.

Таблица 5

**Результаты испытаний по определению группы ТГ и горючих твердых веществ образцов древесины, обработанных антипиреновым составом**

№	Номер образца	Масса образца, г			Расход рабочего состава		Потеря массы образца		Средняя потеря массы образца	
		до обработки	перед сжижением	после сжигания	покрытия, кг/м <sup>2</sup>	пропиточного состава, кг/м <sup>2</sup> (кг/м <sup>3</sup> )	г	%	г	%
1.	Контрольный образец	92,7	-	52,3	-	-	40,4	37,4	-	-
2.	АС-1	92,5	93,1	77,9	0,001	15,2	15,2	14,1	15,6	14,5
3.	АС-1.1	93,4	93,9	78,6	0,001	15,3	15,3	14,6		
4.	АС-1.2	94,2	94,9	79,3	0,001	15,6	15,6	14,8		

В соответствии с положениями ГОСТ 12.1.044-2018 можно сделать вывод, что образцы хлопчатобумажных ТМ, пропитанных антипиреном №АС относятся к ТГ материалам.



**Рис. 4 Средние показатели потери массы образцов древесины**

Из рисунка 4 видно, что потеря массы контрольного образца древесины при 300 секундах горения составляет 37,4%, а обработанный образец при 300 секундах горения теряет 14,5% массы, что доказывает эффективность его применения. В таблице 6 приведены результаты проведённых экспериментов по определению дымообразующей способности древесины.

**Таблица 6**

**Результаты испытания на дымообразующую способность образцов древесины, обработанных антипиреновым составом**

№	Режим испытаний (горение, тление)	№ образца для испытаний	Масса образца (гр).		Светопропускание, %		Длительность дымовыделения, (мин.)	Коэффициент дымообразования для каждого образца, $D_m$ , ( $m^2/kg$ )
			До испытания	После испытания	Начальное $T_0$	Конечное $T_{min}$		
1.	Контрольный образец		22.368	0,99	0,37	0,08	22	128
2.	Тление	АС-1	22.689	2.22	0,37	0,12	22	44
3.	Тление	АС-1.1	24.801	2.55	0,37	0,12	21	30
4.	Тление	АС-1.2	22.401	1.89	0,37	0,12	22	48
5.	Тление	АС-1.3	22.209	1.86	0,37	0,12	21	49
6.	Тление	АС-1.4	22.527	2.25	0,37	0,12	21	48
7.	Тление	АС-1.5	22.695	2.22	0,37	0,12	21	43
8.	Тление	АС-1.6	24.345	2.46	0,37	0,12	22	34
9.	Тление	АС-1.7	22.551	2.19	0,37	0,12	22	44
10.	Тление	АС-1.8	22.002	1.86	0,37	0,12	22	48
11.	Тление	АС-1.9	22.347	2.19	0,37	0,12	21	38

Как следует из таблицы 6, средние показатели степени дымообразования исследуемых образцов древесных материалов, пропитанных фосфоровермикулит содержащей антипиреновой суспензией, равны  $DAI-1_{cp} \approx 42,6 m^2/kg$ . На основании проведённых испытаний исследуемый материал древесины определяется как материал с малой дымообразующей способностью.

В таблице 7 приведены результаты проведённых экспериментов по определению дымообразующей способности хлопчатобумажных ТМ.

Таблица 7

Результаты испытания на дымообразующую способность образцов хлопчатобумажных ТМ, обработанных антипиреновым составом

№	Режим испытаний (горение, тление)	№ образца для испытаний	Масса образца (гр).		Светопропускание, %		Длительность дымовыделения, (мин.)	Коэффициент дымообразования для каждого образца, $D_m$ , ( $m^2/kg$ )
			До испытания	После испытания	Начальное $T_0$	Конечное $T_{min}$		
1.	Контрольный образец		0.681	0.015	0,37	0,30	10	33
2.	Тление	АС-1	3.591	2.451	0,37	0,37	0	0
3.	Тление	АС-1.1	3.087	2.037	0,37	0,37	0	0
4.	Тление	АС-1.2	3.027	1.917	0,37	0,37	0	0
5.	Тление	АС-1.3	3.57	2.293	0,37	0,37	0	0
6.	Тление	АС-1.4	3.387	2.247	0,37	0,37	0	0
7.	Тление	АС-1.5	3.267	2.103	0,37	0,37	0	0
8.	Тление	АС-1.6	3.306	2.115	0,37	0,37	0	0
9.	Тление	АС-1.7	3.336	2.169	0,37	0,37	0	0
10.	Тление	АС-1.8	3.201	2.094	0,37	0,37	0	0
11.	Тление	АС-1.9	3.471	2.322	0,37	0,37	0	0

Как следует из таблицы 7, средние показатели степени дымообразования исследуемых образцов хлопчатобумажных текстильных материалов, пропитанных фосфоро-вермикулит содержащей антипиреновой суспензией равны  $DAI-1cp \approx 0 m^2/kg$ . Согласно данным результатам исследуемый материал не выделяет дым. На основании проведённых испытаний исследуемый хлопчатобумажных ТМ определяется как материал, не выделяющий дым.

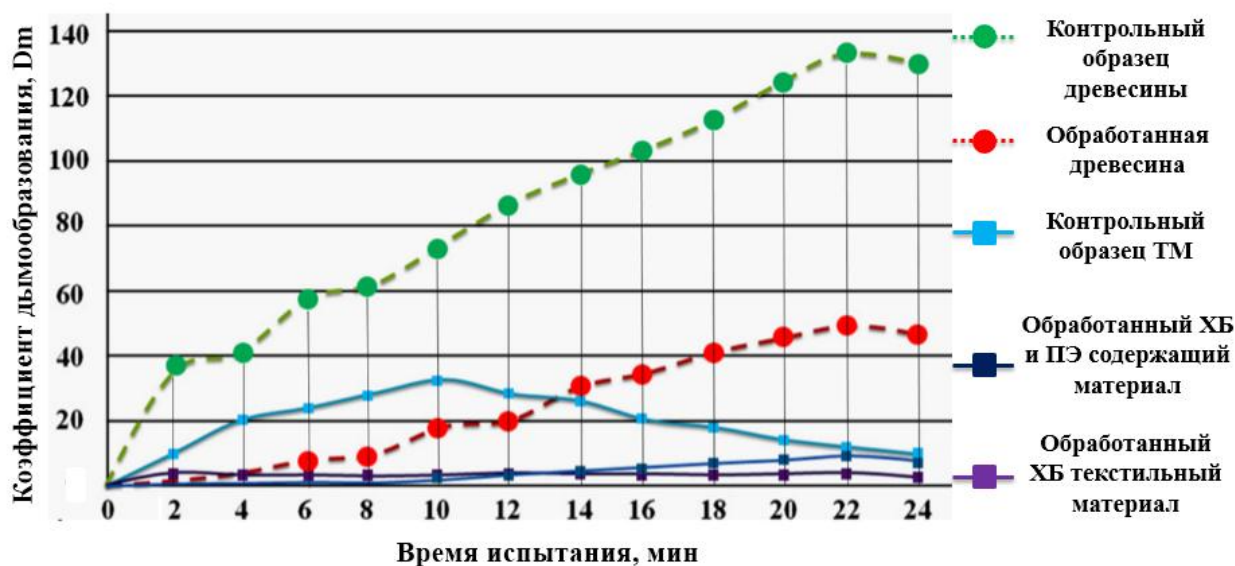


Рис. 5 Средние показатели коэффициента дымообразования образцов древесины и хлопчатобумажных ТМ

Из рисунка 5 видно, что коэффициент дымообразования обработанных образцов древесины и текстильных материалов по сравнению с контрольными образцами минимум в два раза меньше, что доказывает эффективность опытных образцов. Подводя итоги следует отметить, что исследуемые материалы древесины, смешанных ТМ содержащих хлопок и ПЭ пропитанных антипиреновой суспензией, обладают огнезащитной эффективностью.

В целях определения горючести древесины, исследуемые образцы, обработанные модифицированным антипиренами вододисперсионным лакокрасочным материалом в специальных лабораториях последовательно были проведены испытания. Предлагаемые образцы древесины были испытаны по ГОСТ 16363 “Средства защитные для древесины. Общие технические требования и методы испытания”. Результаты испытаний приведены в таблице 8.

**Таблица 8**

**Результаты испытаний по определению огнезащитных свойств покрытий и пропиточных составов древесины**

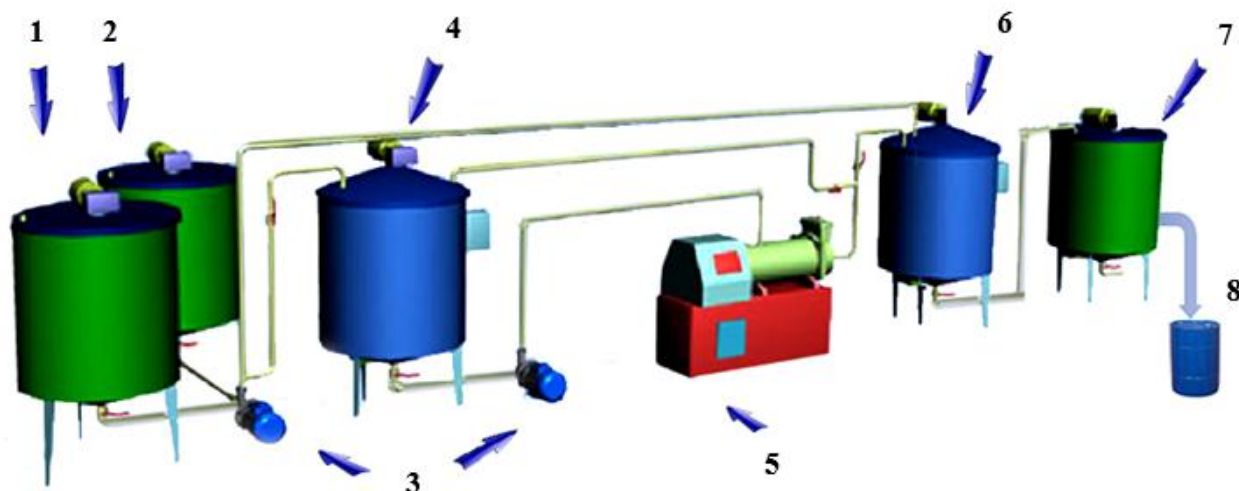
№ п/п	Время, с			Масса, г		Потеря массы	
	Подача источника зажигания	Самостоятельного горения	Тления	До испытания	После испытания	Грамм	%
ВДК со вспученным вермикулитом в 20% соотношении							
1.	120	45	25	111,66	103,04	8,22	7,72%
2.	120	41	24	143,65	139,43	4,22	2,94%
3.	120	39	31	159,3	145,78	13,52	8,49%
В среднем:							6,38%
ВДК со вспученным вермикулитом в 40% соотношении							
1.	120	35	42	125,43	118,02	7,41	5,91
2.	120	33	45	142,51	135,78	6,73	4,72
3.	120	36	44	147,87	139,72	8,15	5,51
В среднем:							5,38

Представленные опытные образцы огнезащитных составов для деревянных конструкций по результатам испытания отнесены к первой группе огнезащитной эффективности согласно ГОСТ 16363. Приведенные в данной главе исследовательское оборудование и используемые методики, а также процесс испытания показывает, что полученные результаты являются достоверными.

В четвёртой главе диссертации – «Анализ результатов экспериментальных исследований» изучены вопросы, по определению оценки эффективности применения строительных материалов на основе пожаробезопасных силикатных композиций, практического применения силикатсодержащих соединений и расчету экономической эффективности в получении огнезащитных лакокрасочных покрытий.

На основе описанных выше экспериментов по производству различных ингредиентов был разработан весь технологический цикл производства

жаропрочных лакокрасочных материалов (ЛКМ), в котором первым делом поступившее на предприятие сырьё, подлежит контролю на качественное и количественное соответствие отгрузочным документам, а также в диссольвер загружается сырьё и перемешивается до получения однородной массы. Далее перемешанная однородная масса из диссольвера подается на бисерную мельницу для диспергирования, после составления красок и постановка их на тип производится в колеровочных смесителях в соответствии с загрузочными рецептурами. В последствии поставленная на тип краска из смесителя пропускается через фильтр очистки. В конечном процессе готовая краска из сливных смесителей отправляется на фасовку (рис.6).



**Рис.6** Схема технологии получения новых составов эффективных жаропрочных лакокрасочных материалов:

1-Ёмкость для ввода антипирена; 2-ёмкость для ввода вододисперсной краски; 3- насос; 4-диссольвер; 5-бисерная мельница; 6-смеситель; 7-фильтр очистки; 8-на фасовку.

Кроме этого, составы нового вида на основе местного сырья вермикулита, ортофосфорной кислоты и силикатных композиций относятся к группе трудногорючих материалов, а также силикато-структурные жаропрочные лакокрасочные материалы придают строительным конструкциям (деревесина, металл, бетон) термостойкость, жаропрочность и теплоизоляционную способность, и тем самым обеспечивают возможность увеличения производственной мощности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам по теме «Повышение пожарной безопасности полимерных материалов на основе антипиренов содержащих силикатные композиции» сформулированы следующие выводы:

1. Выявлены методы повышения пожаробезопасности с целью получения огнестойких полимерных и ТМ, модифицированных новыми видами антипиренов на основе местного сырья за счёт исследования различных

методов определения огнестойкости и горючести различных ПМ, применяемых для получения пожаробезопасных (строительных материалов) материалов.

2. Разработана методология комплексного исследования пожарно-технических характеристик материалов с использованием стандартных методов, для выяснения особенности материалов и механизма действия антипиренов, а также для выбора рационального направления работ по созданию материалов пониженной пожарной опасности за счёт определения пожарно-технических характеристик материалов, таких как огнестойкость, горючесть, дымообразование, кислородный индекс и термоокислительная стабильность полиолефинов, древесины и ТМ.

3. Предложен выбор антипиренов доступных для применения в получение пожаробезопасных ПМ относящихся к I группе огнезащитной эффективности за счёт получения сравнительных характеристик их пожарной опасности с расчетными значениями, прогнозируемыми на основе результатов огневых испытаний на лабораторных установках. Введение в ПЭ, ТМ и водно-дисперсные покрытия предлагаемые антипирены позволило замедлить процесс термоокислительной деструкции и повысить термостойкость. Рассчитано влияние замедлителей горения на закономерности термоокислительной деструкции ПЭ и ВД (вододисперсионного) покрытия.

4. Полученные новые эффективные огнезащитные, теплоизоляционные лакокрасочные материалы и антипирены позволили перевести строительные материалы с группы горючести (Г4) в группу трудногорючих (Г1), а также научно доказано увеличение значения времени критического тления древесных материалов с 14 минут до 18-19 минут, то есть улучшение минимум 1,1 раза.

5. Использование полученных результатов диссертационной работы в новом составе эффективных огнезащитных, теплоизоляционных лакокрасочных материалов и антипиренов даёт возможность повысить прочность древесных материалов на 1,1%, термостойкость на 1,1-1,15%, а также научно доказана возможность понижения коэффициента дымообразования до 1,2% и уменьшение скорости распространения пламени в 1,2 раза.

6. На основе проведённых исследований, разработаны эффективные составы, повышающие огнестойкость и пожарную безопасность зданий и сооружений путем модификации водно-дисперсионных красок, используемых в виде покрытия для строительных и обшивочных материалов. Научно доказано, что разработка данных составов даст возможность найти пути научных решений по сокращению проблем в сфере обеспечения пожарной безопасности.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF THE SCIENTIFIC COUNCIL  
DSc. 40/30.12.2020.T.129.01 ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT  
THE ACADEMY OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF  
THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**  

---

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

**LITYAGA ARTYOM VALERIEVICH**

**RAW MATERIALS INCREASING FIRE SAFETY OF POLYMER  
MATERIALS BASED ON ANTIPIRENE CONTAINING SILICATE  
COMPOSITIONS**

**05.10.02 – “Safety in emergencies. Fire, industrial, nuclear and radiation  
safety”**

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

**Tashkent-2022**



**The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.2.PhD/T1242.**

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

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

**Scientific adviser:** **Qurbanova Moxira Abduvahobovna**  
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor

**Official opponents:** **Nurkulov Fayzulla Nurmuminovich**  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

**Musaev Marufjon Nabievich**  
Candidate of Technical Sciences, Professor.

**Leading organization:** **Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering**

The defence of the dissertation will take place on January 31, 2022, at 11:00 at the Scientific Council numbered PhD.40/30.12.2020.T.129.01 meeting at Academy of the Ministry of Emergency situation of the Republic of Uzbekistan. (Address: 100102, Tashkent, Dustlik Street, №5. Phone: (99871) 258-35-33; fax: (99871) 258-56-57, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz).)

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan (registration number №7). (Address: 100102, Tashkent, Dustlik Street, №5. Phone: (99871) 258-35-33; fax: (99871) 258-56-57, e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz).)

The abstract of the dissertation was circulated on January 17 2022 year.  
(mailing report № 1 on November 16, 2021).



**B.T. Ibragimov**  
Chairman of the Scientific Council for awarding academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**H.M. Dusmatov**  
Secretary of the Scientific Council, awarding academic degrees, PhD in Chemistry

**Sh.E. Kurbanbaev**  
Chairman of the scientific seminar at Academic Council awarding scholars degree, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The relevance and relevance of the topic of the dissertation.** The number of fires in the world over the past five years averages 7-8 million per year, the death toll is 80-90 thousand people, the number of injured is 600-800 thousand people, the material damage is 40 billion US dollars. Analysis of large fires in the world shows that the rapid spread of flame through polymeric materials and the release of thick smoke by them leads to big problems in the evacuation of people and the rescue of material values. That is why, all over the world, large-scale scientific research is carried out on the problems of finding scientific and technical solutions in the direction of ensuring fire safety. In particular, much attention is paid to the use of a number of effective means in the field of fire protection of various building structures, finishing and textile materials from fire, including by treatment with heat-insulating compounds, as well as the creation and study of fire retardant properties of elements of fire-resistant polyolefins, paints and varnishes and other materials.

### **Research objectives:**

study of methods for increasing the fire safety of PM modified with silicate compositions based on local raw materials;

study of the fire-technical characteristics of materials, such as fire resistance, combustibility, smoke generation, oxygen index and thermal oxidative stability of polyolefins, wood and TM;

development of a methodology for a comprehensive study of the fire-technical characteristics of materials using standard methods, study of the characteristics of materials and the role (mechanism of action) of combustion retarders, selection of a rational direction of work to create materials with a reduced fire hazard;

comparison of the obtained practical characteristics of fire hazard with the calculated values predicted on the basis of the results of fire tests in laboratory installations;

development of technology for obtaining heat-resistant coatings for polymer materials modified with silicate compositions based on vermiculite and release under conditions of production of a pilot batch.

**The object of the research is:** increasing the level of fire safety of buildings and structures based on the regulation of heat-resistant, fire-resistant and fire-technical characteristics of PM with the help of new fire retardant additives modified with silicate compositions.

**The subject of research is:** orthophosphoric acid, silicate compositions, Tebinbulak vermiculite, low density polyethylene, wood, water-dispersion paints and TM.

**Research methods.** In the process of research, methods were used for determining thermophysical properties, methods for determining thermal analysis methods, methods for determining methods for determining resistance, combustibility, smoke production coefficients, oxygen index and smoldering of materials.

**Scientific novelty of research** is as follows:

fire retardants based on silicate compositions have been created for the production of thermo- and TPE (low-combustible polyethylene);

highly dispersed heat-resistant fillers based on the mineral vermiculite have been created;

by improving the method for improving the fire-resistant and heat-shielding properties of vermiculite minerals, which made it possible to transfer textile and wood materials to the group of low-combustible materials;

a method has been developed to increase the fire and heat protection functions of vermiculites by modification, which makes it possible to transfer HM and wood building materials to the group of TG materials;

a technology for producing fire-retardant silicate dye products based on modified fine-dispersed vermiculites has been developed;

new fire-retardant suspension compositions in the form of impregnations for TM based on finely dispersed vermiculites have been created and a method has been developed for assessing the effectiveness of additional indicators of these compositions.

**Practical results of the research:**

technological methods for producing fire retardants based on a silicate composition for producing TGPE have been developed;

created fire retardant fire retardant impregnations and coatings based on mineral raw materials of vermiculite, new suspensions to improve the efficiency of fire safety of buildings, structures and combat clothing of employees of fire and rescue units;

the risk of using fire-retardant material has been reduced by developing new fire-retardant coatings, including the use of a fire-retardant coating, the ability to transfer combustible wood and TM to the group of TG materials;

suspension coatings containing nanoparticles based on the mineral vermiculite have been developed. On their basis, new heat-resistant compositions have been created, and a new method has been developed to improve the efficiency of assessing the heat resistance of polymer and TM.

**Publication of research results.** In total, 17 scientific works have been published on the topic, including 2 scientific articles in foreign journals, 5 scientific articles in journals recommended for publication of scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, 10 in international and republican conferences.

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

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

**I бўлим (I часть; Part I)**

1. Lityaga A.V., Kurbanova M.A., Ismailov R.I., Ayupova M.B., Aripdjanova M.A., Petrunina N.V. Increasing the fire resistance of materials with fire retardants based on phosphoric acid and vermiculite // Chin J Ind Hyg Occup Dis, 2021, Volume 39, No.7. pp: 374-382. (05.00.00; №19).

2. Литяга А.В., Курбанова М.А., Исмаилов Р.И. Исследование горючести и самовозгорания полиэтиленов, модифицированных антипиренами // Ёнфин-портлаш хавфсизлиги. – Ташкент, 2018. – №1(1). – С. 44-46 (05.00.00; №28).

3. Литяга А.В., Курбанова М.А., Исмаилов Р.И. Методы испытаний огнезащитных композиционных материалов // Ёнфин-портлаш хавфсизлиги илмий журнали. – Ташкент, 2020. – №2(5). – С. 128-136 (05.00.00; №28).

4. Литяга А.В., Курбанова М.А., Исмаилов Р.И., Муродов М.П. Борсодержащие кремнийорганические композиции для огнестойких материалов // Фан, Муҳофаза, Хавфсизлик илмий журнали. – Ташкент, 2020 №2 (5). – С. 164-171. (05.00.00; №36).

5. Литяга А.В., Курбанова М.А., Тиллаев А.Т., Уралов О.Ф. Методы определения огнестойкости дисперсионных покрытий // Меъморчилик ва курилиш муаммолари. – Самарқанд, 2020. – С. 109-112. (05.00.00; №14).

6. Литяга А.В., Курбанова М.А. Использование методов термогравиметрического анализа для исследования пожаробезопасности полимерных материалов // ФарПИ илмий журнали. – Фарғона, 2021. – №4 (25). – С. 32-42. (05.00.00; №16).

7. Литяга А.В., Курбанова М.А., Тиллаев А.Т. Оловбардош бўёқларни ишлаб чиқаришда иқтисодий самарали технология // Кимёвий технология назорат ва бошқарув илмий журнали. – Тошкент, 2019. – №3 (87). – С. 15-20 (02.00.00; №10).

**II бўлим (II часть; Part II)**

8. Lityaga A.V. Increasing the fire safety of wood materials based on antipyrène containing silicate compositions // International Scientific and Scientific-Practical Online Conference on the topic "Ensuring Security Life Activity in the Sectors of the Economy: Perspectives, Problems of Social and Technical Systems " Novateur Publications, Pune, Maharashtra, India Journal NX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal ISSN: 2581-4230, Website: journalnx.com, May 25th – 26th 2021. pp: 832-836.

9. Kurbanova M.A., Khamdamova D.A., Tillaev A.T., Lityaga A.V. Research of technical properties of silicon containing antipyrènes for practical application in the production of water-dispersion coatings // Technical science and innovation, – Tashkent: September 18 th 2019, Iss. 3, Article 6., pp: 84-91.



10. Курбанова М.А., Литяга А.В. Эффективные огнезащитные материалы для повышения огнестойкости строительных конструкций // Материалы III международной научно-практической конференции «Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций», г.Минск, Университет гражданской защиты МЧС, 29 ноября 2019 года. – С. 44-46.

11. Курбанова М.А., Литяга А.В. Исследование борсодержащего кремнийорганического антипирена // Материалы XV международной научно-практической конференции «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы», г.Минск, Университет гражданской защиты МЧС, 7-8 ноября 2021 года. – С. 176-178.

12. Курбанова М.А., Литяга А.В. Физические свойства огнезащитных эффективных сшитых композиции // Тиббий фанлар асосидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар: Ҳалқаро илмий-техник on-line анжумани материаллари тўплами.–Тошкент: Тошкент давлат техника университети, 2020. –Б. 44-46.

13. Курбанова М.А., Тиллаев А.Т., Исмаилов Р.И., Литяга А.В. Кремний органик моддалар асосида ёнғинга чидамли қурилиш материалларнинг тадқиқ этилишининг долзарблиги // Ёнғинга чидамли қурилиш материаллари яратишининг долзарб муаммолари ва ечимлари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент: ФВВ ЁХИ, 2019. –Б. 96-99.

14. Курбанова М.А., Тиллаев А.Т., Литяга А.В. Повышение термостойкости и снижение горючести водно-эмульсионных покрытий с кремний содержащими антипиренами // Материалы республиканской научно-технической конференции «Ресурсо-и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы», г.Ташкент, ТГТУ. 25-26 апрель 2019 года. – С. 82-84.

15. Курбанова М.А., Литяга А.В. Огнестойкие строительные материалы // Фан ва техника тараққиётида интеллектуал ёшларнинг урни: Республика илмий-техникавий анжумани материаллари (Тошкент 27 апрель 2019 й.), Тошкент: ТДТУ. 2019. –Б. 381-383.

16. Курбанова М.А., Литяга А.В. Методы исследования огнестойкости полиэфиров модифицированных антипиренами // Инновацион – ғоялар ва технологиялар: Республика илмий-амалий анжумани материаллари (Тошкент 17-18 май 2019 й.), Тошкент: ТДТУ. 2019. –Б. 14-18.

17. Курбанова М.А., Литяга А.В., Тиллаев А.Т. Полиэтиленларнинг оловбардошлигини стабиллаш учун маҳаллий хомашё асосида қўшимчаларни тердиструкциясини тадқиқ этиш// Кимё, озик-овқат ва кимёвий технологияларни такомиллаштиришда инновацион ғоялар: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. Наманган муҳандислик-технология институти, 2019. –Б. 241-243.

Автореферат «Ёнғин ва портлаш хавфсизлиги» илмий журнали  
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги  
матнларини мослиги текширилди (10.01.2022 й.)

Босишга рухсат этилди: 15.01.2022 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи 3.25. Адади: 100. Буюртма: № 20.

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







