

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИLMИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.16/30.12.2019.Т.87.01 РАҚАМЛИ ИLMИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**НУРҚУЛОВ ЭЛДОР НУРМУМИНОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ОЛОВБАРДОШ  
МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА  
УЛАРНИ ҚЎЛЛАШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент-2022**

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

**Нуркулов Элдор Нурмунинович**

Маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош материаллар олиш  
технологиясини ишлаб чиқиш ва уларни қўллаш.....3

**Нуркулов Элдор Нурмунинович**

Разработка технологии получения огнестойких материалов на основе  
естного сырья и их применение.....21

**Nurkulov Eldor Nurmuminovich**

The development of technology for taking fire-resistant materials on the basis  
of local-raw materials, and their application.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

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

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИLMИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.16/30.12.2019.Т.87.01 РАҚАМЛИ ИLMИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**НУРҚУЛОВ ЭЛДОР НУРМУМИНОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА ОЛОВБАРДОШ  
МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА  
УЛАРНИ ҚЎЛЛАШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент-2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/T2247 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати учта тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (www.tktiti.uz) ва “ZiyoNET” ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Бекназаров Ҳасан Сойибназарович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Мухамедғалиев Бахтиёр Абдукадирович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:** Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти хузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.T.87.01 рақамли Илмий кенгашнинг «10» 2022 йил соат 9:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111116, Тошкент тумани Ибрат МФЙ п/б Шуробозор Тел.:(+99895)199-22-43, факс: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo\_tniixt@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин. (№5 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 111116, Тошкент тумани Ибрат МФЙ п/б Шуробозор Тел.:(+99895)199-22-43, факс: (+99870) 965-77-16, e-mail: ooo\_tniixt@mail.ru).

Диссертация автореферати 2022 йил «28» 2022 куни тарқатилди.  
(2022 йил «28» 2022 даги 2 рақамли реестр баённомаси)



**А.Т. Джалилов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф., академик

**Ш.Д. Ширинов**  
Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш котиби, т.ф. PhD

**Ш.Н. Қиёмов**  
Илмий даражалар берувчи илмий Кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф. PhD.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда самарали ноорганик ва органик антипиренлар ҳамда қавариқланувчи ёнғинбардош полимер композицион қопламаларга бўлган талаб кундан-кунга ортиб бормоқда. Уларни кимё саноати, қурилиш, машинасозлик, нефт ва газ саноати ҳамда бошқа соҳаларда кенг қўллаш орқали ёнғин хавфсизлигини камайтириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Кўплаб фойдали жиҳатлари билан бир қаторда, антипиренлар билан ишлов берилган материалларнинг ёнғин хавфи бир неча баробарга камаяди. Шунинг учун, дунёда ёнувчан материалларнинг оловбардошлигини оширувчи хусусиятга эга бўлган олигомер антипиренлар ишлаб чиқиш ҳамда уларнинг оптимал таркибларини яратиш ва таъсир этиш механизмини такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда жаҳонда юқори самарали антипиренлар ва қавариқланувчи ёнғинбардош полимер композицион қопламалар ишлаб чиқаришни ўз ичига олган йўналишлар бўйича мақсадли илмий тадқиқотлар амалга оширилмоқда. Бу борада, ёнғинбардош материаллардан фойдаланиш учун фосфор, азот, бор ва металл гуруҳли олигомер антипиренлар асосида ёнувчан материалларнинг оловбардошлигини ошириш мақсадида кўп функцияли антипиренларни ишлаб чиқиш, оловбардош хоссаларини ошириш ва уларни олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда инновацион технологиялар асосида азот, фосфор, бор ва металл ва бошқа моддалардан ташкил топган турли кимёвий таркиблар яратилган бўлиб, ушбу антипиренлар ёрдамида ёнғинбардош материалларни олиш бўйича маълум илмий ва амалий натижаларга эришилган, айниқса, янгича ёндашувларга асосланган, азот, фосфор, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренларни яратиш бўйича муҳим чора тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлайдиган маҳсулот ва технологияларнинг тубдан янги турларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш»<sup>1</sup>га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий хомашёлар асосида азот, фосфор, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренлар ҳамда қавариқланувчи композитлар ишлаб чиқариш учун иқтисодий жиҳатдан самарали ва экологик тоза технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021 йил 13 февралдаги ПҚ–4992-сон “Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2019 йил 23 май кунидаги ПҚ–4335-сон “Қурилиш материаллари саноатини жадал

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлари тўғрисида” ҳамда 2019 йилнинг 12 февраль кундаги ПҚ–4186-сон “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини ислоҳ қилишни янада чуқурлаштириш ва унинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ёнғинбардош материалларни олиш ва қўллаш технологиясини яратиш бўйича Хоанг Тхань Хай, Cinausero N., Batistella A., Ling Sun, Sertsova A.A., Wennan Li, Yi-Wei Wang, Ruiqing Shen, Qingsheng Wang, Триполицын А.А., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А., Альменбаев М.М., Зубкова Н.С., Сабирзянова Р.Н., Микитаев А.К., Джалилов А.Т., Самигов Н.А., Набиева И.А., Рафиков А.С., Мухиддинов Б.Ф., Акбаров Х.И., Мухамедғалиев Б.А., Нурқулов Ф.Н., Сиддиқов И.И., Бекназаров Х.С. ва бошқа олимлар илмий тадқиқот ишларини олиб боришган.

Илмий изланишлари натижасида ушбу олимлар томонидан ёнғинбардош материалларни яратиш мақсадида антипиренлар олишнинг турли усуллари, уларни олиш жараёнига турли хил технологик омилларнинг таъсири ҳамда структура ва хоссаларини яхшилаш, иқтисодий ва экологик самарадор технологияларини ишлаб чиқиш каби масалаларини ўрганишда бир қатор илмий тадқиқотлар олиб борганлар.

Ҳозирда ёнувчан материалларни ёнғиндан ҳимояловчи кимёвий бирикмалар асосидаги янги таркиблар яратиш орқали, тўқимачилик матолари, ёғоч, полимер ва бошқа материалларга антипиренлар билан модификациялашнинг замонавий янги усуллари ҳамда экологик ва иқтисодий самарадор технологияларини такомиллаштириш бўйича илмий изланишлар олиб боришмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ И-БТ-2021-66 (2021-2022й) «Разработка новой технологии получения алюмосиликатной микросферы из золо-шлаковых отходов» мавзусидаги инновацион лойиҳа ҳамда ПЗ-202008061 (2021-2023 йй) “Янги авлод олигомер антипиренларни қўллаб ёғоч қурилиш материаллари ва буюмларининг оловбардошлигини ошириш ресурс тежамкор технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош қавариқланувчи композит материаллар таркибини яратиш, уларни иқтисодий ва экологик самарадор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

ноорганик ва органик бирикмалар асосида азот, фосфор, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренлар ҳамда қавариқланувчи композитлар олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш;

оловбардош ҳамда қавариқланувчи олигомер антипиренларни ёнувчан материалларга қўллашнинг оптимал нисбатларини аниқлаш;

олигомер антипиренлар билан ишлов берилган ёнғинбардош материалларни ёнғин техник талаблари асосида кислород индекси, ёнувчанлиги ва тутун ҳосил қилиш коэффициентини аниқлаш;

олигомер антипиренлар билан ишлов берилган ёнғинбардош материалларни физик-механик ва кимёвий хоссаларни ўрганиш;

олигомер антипиренлар ва қавариқланувчи оловбардош композит материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва техник-иқтисодий асослаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида аммофос, карбамид, металл оксидлари, фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренлар ҳамда ёнувчан материаллар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** фосфор, азот, бор ва металл гуруҳли олигомер антипиренлар билан ёнувчан материалларга ишлов бериш, ушбу материалларнинг физик-кимёвий, механик хоссаларини ўрганиш ҳамда улар асосида ёнғинбардош материаллар олиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар натижасида олинган моддаларнинг тузилиши ва хоссаларини тадқиқ этишнинг замонавий усуллари, жумладан, инфрақизил спектроскопия (ИҚ-спектроскопия), сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ), термогравиметрия (ТГ) таҳлил усуллари ҳамда ёнғинбардош материалларнинг физик-механик, оловбардош хоссаларини аниқлашда стандарт усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош қавариқланувчи композит материаллар олиш учун бор, азот, фосфор ва металл сақлаган полифосфат аммоний, меламинаформальдегид, меламин, борат кислота ва карбамид асосидаги аддуктлар ёрдамида олигомер антипиренларнинг янги таркиблари ишлаб чиқилган;

олинган 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренлар ҳамда ушбу антипиренлар асосида олинган Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали оловбардош қавариқланувчи қопламалар билан ишлов беришнинг оптимал концентрациялари ёғоч материалларга 15-20%, тўқимачилик материалларга 10-12%, полимер материалларга 30% ҳамда оловбардош қавариқланувчи қопламаларга 25% гача бўлиши аниқланган;

103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренлар ҳамда ушбу антипиренлар асосида олинган Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали оловбардош қавариқланувчи қопламалар билан ишлов берилган

материалларни ёнғинбардошлилигига кўра I-гурухига мансублиги ҳамда оловбардош қавариқланувчи қопламаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ва ушбу жараёнларнинг вақтга боғлиқлиги 4 (60-мин) гуруҳга мансублиги аниқланган.

олигомер антипиренлар ва қавариқланувчи оловбардош композит материаллар олишнинг энергия ва ресурс тежамкор технологияси ишлаб чиқилган ҳамда уларни иқтисодий ва экологик самарадорлиги аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош қавариқланувчи композит материаллар олиш учун бор, азот, фосфор ва металл сақлаган полифосфат аммоний, меламинформальдегид, меламин, борат кислота ва карбамид асосидаги аддуктлар ёрдамида олигомер антипиренларнинг янги таркиблари ишлаб чиқилган ва уларни қўллашнинг оптимал нисбатлари аниқланган;

103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренлар билан ишлов берилган оловбардош материалларни кислород индекси 18-19 % дан 30-34 % гача ортиши исботланган;

ҳамда Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали оловбардош қопламаларни қавариқланиш коэффициентлари Кв-10 дан юқори эканлиги аниқланган;

олигомер антипиренлар ва қавариқланувчи оловбардош композит материаллар олишнинг энергия ва ресурс тежамкор технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Олинган материалларнинг идентификациясига асосланган хулосалар ва тавсиялар, юқори информацион, замонавий физик-кимёвий, механик усуллардан (инфрақизил спектроскопияси (ИК), СЭМ ва термогравиметрик (ТГ)) фойдаланилганлиги, тажриба ва назарий тадқиқот натижаларининг ўзаро мутаносиблиги ҳамда ишланманинг амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти янги самарадор бор, фосфор, азот ва металл сақлаган олигомер антипиренлар ҳамда қавариқланувчи қопламалар ишлаб чиқилганлиги, уларни ёнувчан материаллар билан ҳосил қилган композитларининг хусусиятлари тадқиқ этилганлиги, шунингдек, олинган натижалар ёнғинбардош материалларнинг назарияси ва амалиётини ривожлантириш учун муҳим ўрин тутиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти янги самарадор олигомер антипиренлар билан ёнувчан материалларга ишлов бериш ҳамда қавариқланувчи қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилганлиги, шунингдек, ёнғин тарқалишини дастлабки босқичидаёқ чеклашнинг асосий омили бўлган фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренларни амалиётга жорий қилишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ёнувчан материаллар оловбардошлигини оширувчи фосфор, азот, бор ва металл гуруҳли олигомерларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:



фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипирен ва қавариқланувчи композит таркиблар “Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ да амалиётга жорий қилинган (“Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ нинг 2021-йил 2-июлдаги 001/3230-сон маълумотномаси) Натижада фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипиренлар асосида қавариқланувчи композитларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш имконини берган;

ёнувчан материалларни ёнғиндан химоялаш мақсадида яратилган фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипирен ва қавариқланувчи композит таркибларни олиш технологияси “Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ муваффақиятли амалиётга жорий қилинган (“Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ нинг 2021-йил 2-июлдаги 001/3230-сон маълумотномаси). Натижада, импорт ўрнини босувчи юқори сифатли олигомер антипирен ва қавариқланувчи композитларни маҳаллий маҳсулот сифатида қўллаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация ишининг натижалари 18 та, жумладан 12 та халқаро ва 6 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 26 та илмий иш чоп этилган бўлиб, улардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан 5 таси Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, ҳажми 115 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

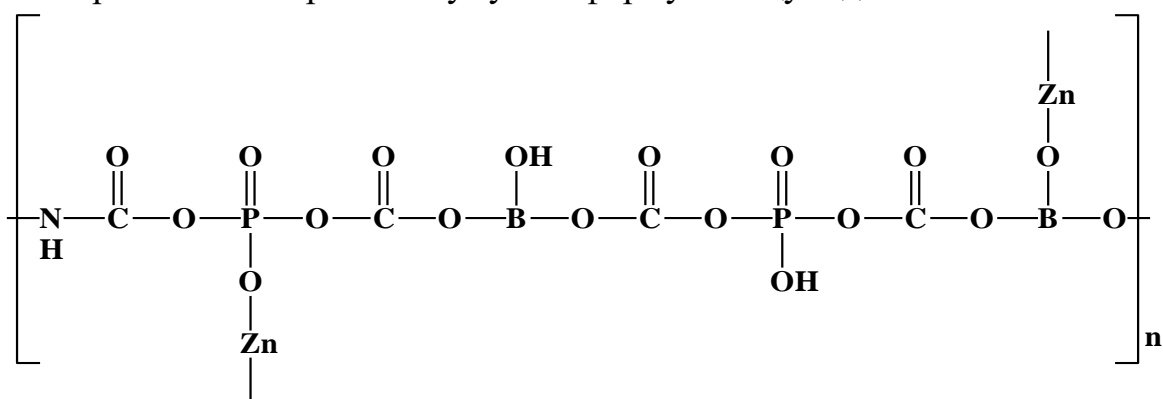
**Кириш** қисмида мавзунинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети, ўрганилганлик даражаси, тадқиқотнинг усуллари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, ўтказилган тадқиқотларнинг ишончлилиги, апробацияси ва натижаларнинг нашр қилиниши, диссертациянинг ҳажми, тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Ёнғинбардош материалларнинг таркиби, тузилиши ва ёниш жараёнининг механизмларини ўрганиш» деб номланган биринчи бобида диссертация мавзуси билан боғлиқ бўлган органик ва ноорганик антипиренлар таркиби, тузилиши, дунёда ва республикамизда қўлланилишининг қисқача таснифи, антипиренларнинг самарадорлиги, ёғоч материалларнинг ёнғинбардошлигини антипиренлар билан ошириш механизми ва хусусиятлари, полимер материалларнинг ёнғинбардошлигини антипиренлар билан ошириш механизми ва физик-

кимёвий хусусиятлар бўйича илмий изланишлар муҳокама этилган ҳамда ушбу боб бўйича хулоса келтирилган.

Диссертациянинг “Маҳаллий хомашёлар асосида олигомер антипиренлар ва композитларни олиш ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш” деб номланган иккинчи бобида тадқиқотда қўлланиладиган кимёвий моддаларнинг хусусиятлари, тадқиқот усуллари ҳамда оловбардош материаллар олишда 103, 104 (аммофос, карбамид), 103-MF (меламин-формальдегид смола, янги маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилинган 104-103 маркали аммоний полифосфат), НА-3 ( $H_3PO_4$ ,  $(NH_2)_2CO$ ,  $ZnO$ ,  $H_3BO_3$  асосида), А-17 ( $H_3PO_4$ ,  $(NH_2)_2CO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2B_4O_7$ ) ва 36-А ( $NH_4H_2PO_4$ ,  $(NH_2)_2CO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $C_6H_{12}N_4$ ) маркали олигомер антипиренлар ҳамда Э-67-1 (777- маркали акрил-стирол сополимер эмулсияси, пентаэритрит, маҳаллий полифосфат, меламин, ПВХ, титан (IV)-оксид), Э-67-2 (777- маркали акрил-стирол сополимер эмулсияси, пентаэритрит, металл сақлаган аддукт, олтингугурт сақлаган аддуктнинг сувли эритмаси, сув) ва Э-24 (Эпоксид смоласи ЭД-20, 36-А маркали аддукт (Аммофос, карбамид, алюминий оксид, уротропин), титан (IV)-оксид) маркали ёнғинбардош қавариқланувчи полимер композит таркибларни яратиш ва физик-кимёвий хоссаларини таҳлиллар асосида ўрганиш натижалари ва усуллари келтирилган.

Полимер моддаларни ёнғинбардошлик хоссаларини яхшилаш учун синтез қилинган таркибида фосфор-, азот-, бор- ва металл тутган НА-3 маркали ёнғинбардош қўшимчаларни олишда асосан ортофосфат кислота ( $H_3PO_4$ ), карбамид ( $(NH_2)_2CO$ ), рух оксид ( $ZnO$ ) ва борат кислота ( $H_3BO_3$ ) асосида синтез қилинган. Ёнғинбардош қўшимча олиш бир вақтда иккита кимёвий идишда олиб борилади. 1-идишда ортофосфат кислота рух оксид билан 130-140 °С реакцияга киришади, 2-идишда карбамид борат кислота билан 150 °С реакцияга киришади. Реакциялар 30 дақиқа давом этади. Ҳосил бўлган иккинчи идишдаги модда биринчи идишга солиниб реакция 150-160 °С 15 дақиқа давом эттирилади. Олинган модданинг ИҚ-спектр, сканерловчи электрон микроскоп тасвирлари, элемент таҳлиллари ўрганилган. Олинган НА-3 маркали антипиреннинг умумий формуласи қўйидагича:



Олинган НА-3 маркали антипиренни оптимал шароитлари, физик – кимёвий хоссалари тадқиқ этилган бўлиб асосан юқори унум билан олинган антипиренни таркиби бўйича маълумотлар берилган. Қўйида 1-жадвалда

янги юқори самарали бўлган НА-3 маркали антипиреннинг физик-кимёвий хоссалари ва эритувчиларга таъсири ўрганилган.

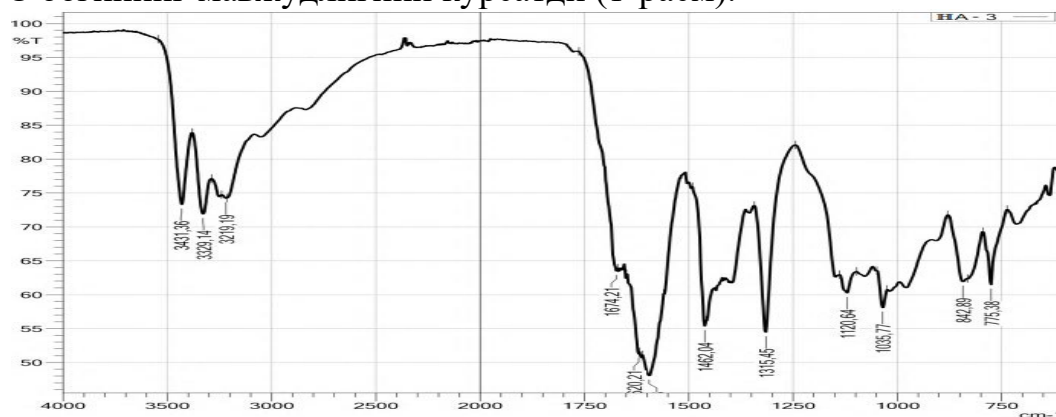
Бундан ташқари турли хил шароитларда ва нисбатларда кўплаб тажрибалар ўтказилди. Тажрибалар натижасида олинган ёнғинбардош қўшимчанинг унумдорлиги ҳароратга ва таркибий қисмларнинг нисбатига боғлиқлиги аниқланди. Оптимал реакция ҳарорати 150-160 °С ни ташкил қилади.

### 1-жадвал

#### НА-3 маркали антипиреннинг физик-кимёвий хоссалари

Номи	НА-3 маркали антипирен
Агрегат ҳолати ва ранги	Оқ рангли қаттиқ модда
pH	6,5
Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	1,23
Пхв	0,056
Массаси (криоскопия)	765
Эрувчанлиги (22°С)	Сув (20г/100мл)

НА-3 маркали ёнғинбардош қўшимчанинг ИҚ-спектр таҳлилларидан маълум бўлдики, 3329,14-3431,36 см<sup>-1</sup> ютилиш соҳасида NH<sub>2</sub> гуруҳининг, 3219,19 см<sup>-1</sup> ВОН гуруҳи, 1674,21 см<sup>-1</sup> ютилиш соҳасида –С=О гуруҳи, 1120,64 см<sup>-1</sup> ютилиш соҳасида –РО<sub>4</sub><sup>3-</sup> гуруҳи, 1035,77 см<sup>-1</sup> ютилиш соҳасида Р–О–С боғининг мавжудлигини кўрсатди (1-расм).

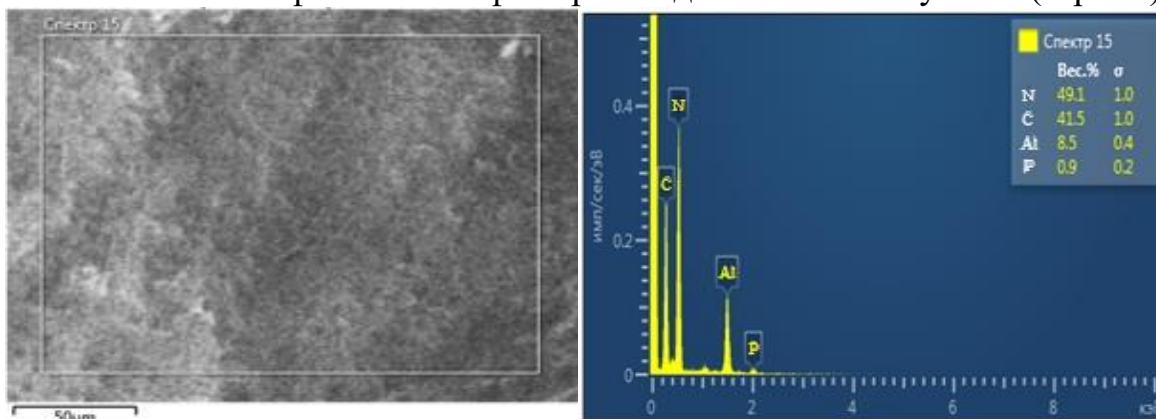


#### 1-Расм. НА-3 маркали антипиреннинг ИҚ-спектроскопияси таҳлили

Диссертациянинг “Маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош материаллар олиш, уларнинг физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ этиш” деб номланган учинчи бобида маҳаллий хомашёлар асосида олинган антипиренлар қўлланган ёғоч, полимер материаллари ва қаварикланувчи қопламаларнинг термик барқарорлиги тадқиқ этилган. Тадқиқотларимиз натижасида эпоксид смоласи, маҳаллий хомашёлар асосида олинган 36-А маркали аддукт ва 104 маркали полифосфат аммоний асосида Э-24 маркали ёнғинбардош қаварикланувчи қоплама олдик. Олинган қоплама ва эпоксид смоланинг термик таҳлиллари солиштириб ўрганилди.

НА-3 маркали антипирен қўшилган полиэтиленнинг сканерловчи электрон микроскоп (СЭМ) ва элемент таҳлиллари ўрганилди. СЭМ таҳлил қилинганда полиэтилен юзасида бир текисда тарқалганини кўриш мумкин, бу полиэтиленнинг иссиқликка барқарорлигини оширади. Натижада, антипиреннинг полиэтиленга қўшилиши ёнишнинг интенсивлигини

пасайтириш учун анча термик барқарор тўсиқни яратиши ва шу билан полиэтиленнинг хавфсизлигини фаол равишда яхшилаши мумкин (2-расм).

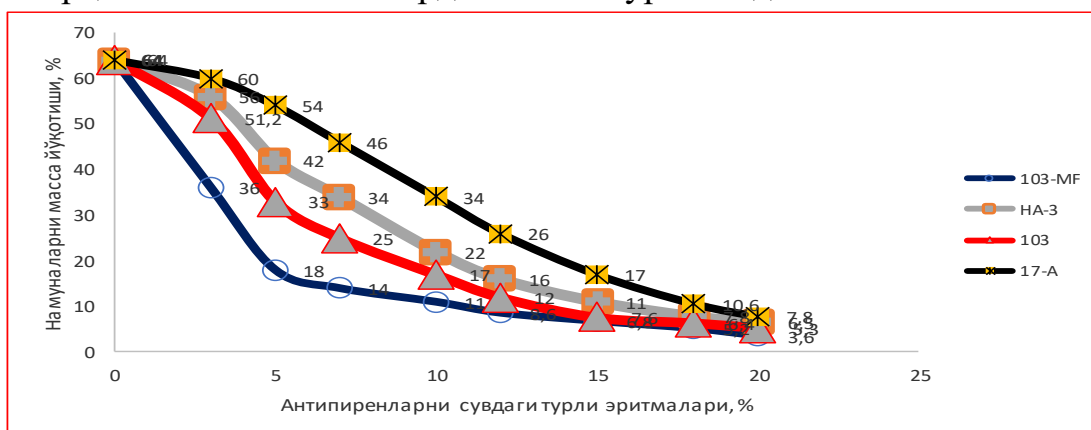


**2-Расм. Фосфор, азот, металл тугган антипирен қўшилган полиэтиленнинг сканерловчи электрон микроскоп ва элемент таҳлили**

Олинган тасвирлардан антипирен билан ишлов берилган полиэтилен намуналари юзасида антипирен малекулалари бир хилда тарқалганини кўриш мумкин. НА-3 маркали антипирен билан полиэтиленга ишлов берилганда, улар ўз хоссаларини ва ёнғинбардошлик хоссасини сақлаб қолиши аниқланди.

Барча турдаги ёғоч материаллари ёнувчанлик гуруҳи бўйича ўта хавфли гуруҳга кириши адабиётлардан маълум. Шундан келиб чиқиб биз синтез қилган 103; 103-МФ; НА-3; А-17 маркали антипиренлари билан қарағай (сосна) дарахтидан тажриба учун тайёрланган ёғоч материалларига ишлов бериш орқали ёғочнинг ёнғинга барқарор композитлари олинган. Ушбу олинган ёнғинбардош ёғоч материалларни ГОСТ 12.1.044-89 ва ГОСТ 16363-98 га мувофиқ аниқланди.

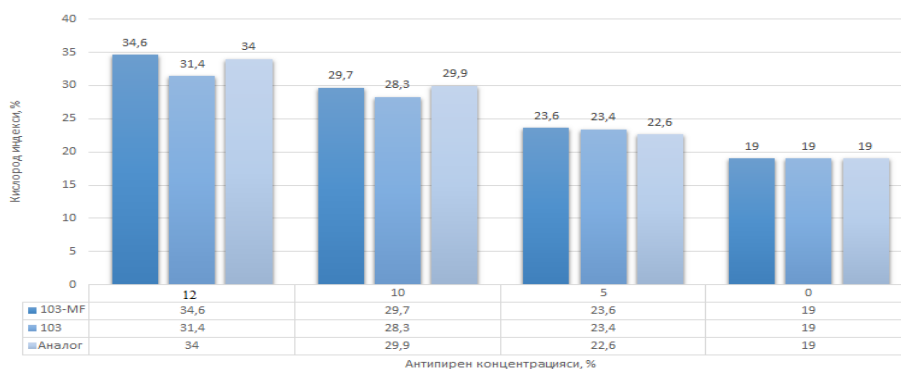
Тадқиқотларимиз натижасида синтез қилинган юқори самарали ёнғинбардош хусусиятга эга бўлган 103; 103-МФ; НА-3; А-17 маркали антипирен ва аналог сифатида фойдаланилган антипиренларни ёғочга махсус ваннадан (махсус усул) фойдаланган ҳолда 40-50°C ҳарорат таъсирида 1-1,5 соат давомида шимдирилди, ҳамда оддий шароитда икки қатлам шётка ёрдамида суртилган, шу билан бирга пульверизатор билан икки маратоба сепиш орқали ёғочни ёнғин бардошлилиги ўрганилди.



**3-Расм. Ёғоч (қарағай) материалларни антипиренлар билан махсус усулда шимдириш орқали қийин ёнувчи гуруҳини аниқлаш**

Махсус усулда шимдириш 3-расмда келтирилган бўлиб энг яхши натижалар олинган ва ушбу таркиблар асосида чуқур шимдириш катта самарадорликка эга эканлиги аниқланди. Яъни ёғоч материалларини антипиренлар билан ишлов бериш натижасида қўйидаги ўртача масса йўқотишларга эришилди: 103 маркали антипирен масса йўқотиши 5,3 %; 103-MF маркали антипирен масса йўқотиши 3,6 %; НА-3 маркали антипирен 6,5 % ва А-17 маркали антипирен эса 7,8 % ни ташкил этди. Ушбу натижалар ГОСТ асосида текширилганда ёнувчанлик гуруҳи I гуруҳга кириши аниқланди.

Фосфор сақлаган 103 ва 103-MF маркали олигомер антипиренларни тўқимачилик материалларига ишлов берилиб олинган композитларнинг ёнувчанлигини ГОСТ 12.1.044-84 асосида кислород индекси ўрганилди. 5 % дан 15% гача миқдорида фосфор сақлаган олигомер антипирен таркиблар билан целлюлозали тўқимачилик материаллари асосида олинган ёнғинбардош композитлар таркибидаги кислород кўрсаткичи (КИ) 28-34% ни ташкил қилиши тажриба натижалари орқали аниқланди. Антипиренлар билан ишлов берилган ва ишлов берилмаган целлюлозали тўқимачилик материалларнинг самарадорлиги кислород индекси бўйича баҳоланди. Назорат намунаси осон ёнадиган тўқимачилик материаллари синфига киради ва ушбу материални кислород индекси адабиётларда берилишича ҳамда тадқиқот натижаларида ўрганилишича 18-19% ни ташкил қилади.

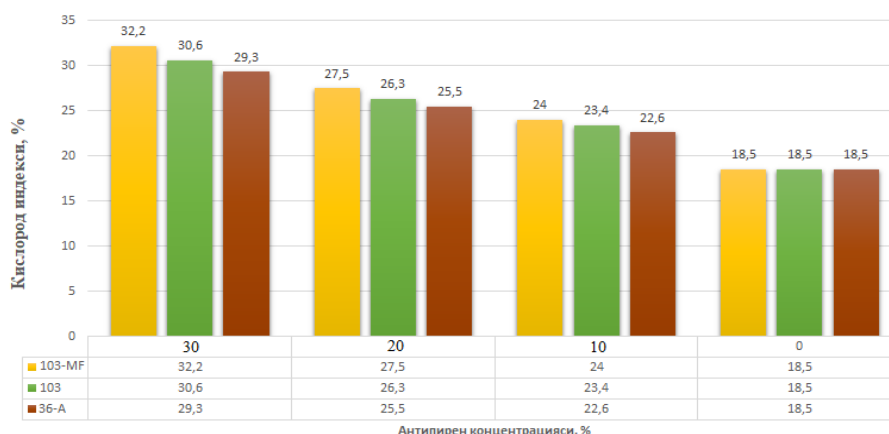


#### 4-расм. Фосфор сақлаган олигомер антипиренлар билан ишлов берилган тўқимачилик материалларни кислород индексига таъсирини ўрганиш

Турли марказдаги фосфор сақлаган антипиренлар билан ишлов берилган целлюлозали тўқимачилик материалларининг кислород индекс анализи ёрдамида ўрганишга кўра, антипирен билан ишлов берилган целлюлоза тўқимачилик материалларининг ёнғинга барқарорлиги юқори эканлигини кўрсатди. Ёнғинбардош тўқимачилик материалларни КИ кўрсаткичлари 18 % дан 34% гача, ошиб борган бўлиб, бу антипирен концентрациясини ошиши билан КИ кўрсаткичлари шунга мос равишда ўсиб боради. Маълумотлар 4-расмда кўрсатилган.

Таклиф этилаётган 104, 103-MF ва 36-A маркали олигомер антипиренларни полиэтиленга қўшиш натижасида олинган композитларни хоссалари ўрганилди.

Ушбу антипиренлар таркибидаги фосфор, азот, бор ва металл гуруҳлари ёниш жараёнида полимер юзасида кокс қатлам ҳосил қилади, бу эса иссиқлик ўтказишни камайтиради ва алангани тарқалишини олдини олади.



### 5-расм. Фосфор сақлаган олигомер антипиренлар қўшилган полимер материалларни кислород индексига таъсирини ўрганиш ГОСТ-12.1.044-84

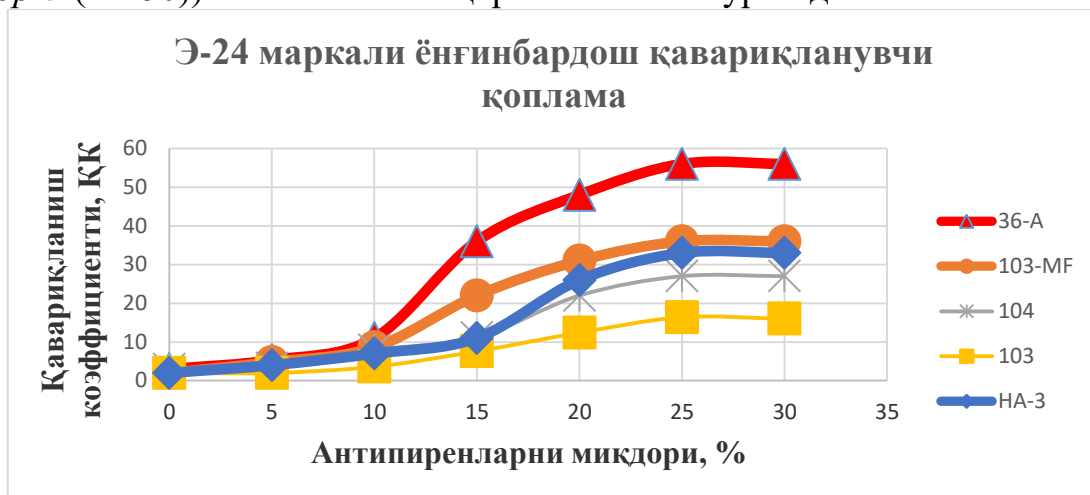
Диссертацияда ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларнинг (ЁҚК) ёнғинбардошлиги ва қўшимча бир нечта хоссаларини таққослаш учун Россияда ишлаб чиқилган МПВО, Пламкор-5, Жокер М маркадаги қавариқланувчи ёнғинбардош қопламалар билан Республикамизда фаолият юритаётган Тошкент кимё технология илмий - тадқиқот институтида ишлаб чиқилган Э-67-1; Э-67-2 ва Э-24 маркали қавариқланувчи ёнғинбардош қопламаларнинг таркиби, қўлланилиш имкониятлари, зичлиги, учувчан моддаларнинг масса улуши (куруқ қолдиқ) каби хоссалари таққосланди. Тадқиқот натижаларига кўра Э-24 ва Э-67-1 маркали композитлар таркибига 104, 103, 103-MF, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренларни турли нисбатларда қўшилиши натижасида уларни қавариқланиш коэффициентлари ( $K_B$ ) аниқланди. Унга кўра тадқиқ этилаётган қоплама металл пластинка юзасига 1 мм қопланди ва 600°C ҳароратда 5 минут давомида муфельний печда қўйилди. Қавариқланиш коэффициентини ( $K_{вс}$ ) аниқлашда қавариқланган (интумесцент) қатлам қалинлиги ( $h_{вс}$ ) ҳамда қопламанинг бошланғич қатлами ( $h_0$ ):

$$K_{вс} = h_{вс} / h_0$$

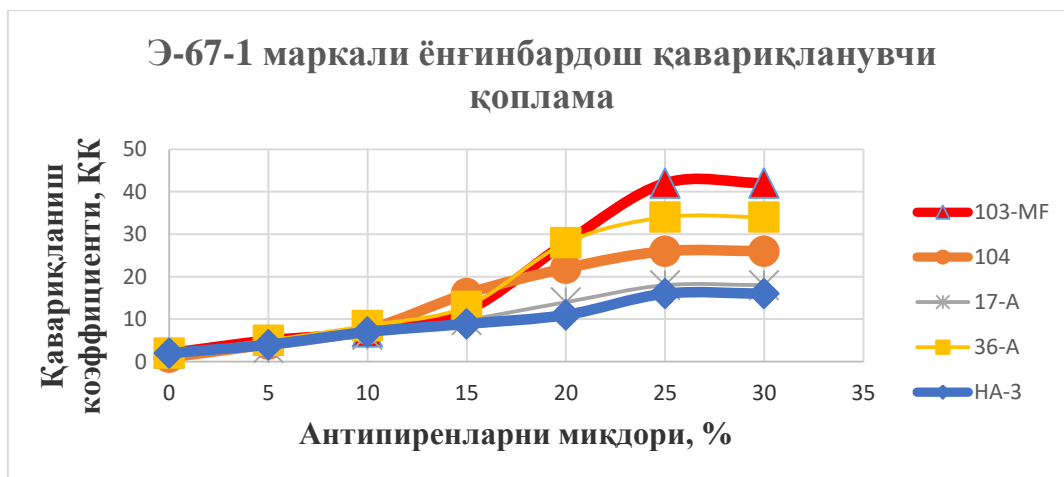
Э-24 маркали ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларда 25% да турли антипиренлар қўшилганда қавариқланиш коэффициентини  $K_{вс}$  17-56 га тенглиги аниқланди. (6-расм). Э-67-1 маркали ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларда 25 % миқдорда антипиренлар қўшилиши натижасида қавариқланиш коэффициентини  $K_B$  12-42 га тенглиги аниқланди. (7-расм).

Шундай қилиб тақлиф этилаётган ёнғинбардош қопламалар ГОСТ билан солиштирилганда барча маркадаги антипиренларни 20-25% қўшилишидан олинган Э-24 ва Э-67-1 маркали композитларнинг қавариқланиш коэффициентлари юқори эканлиги аниқланди. Шу билан бирга Э-24 маркали қоплама таркибига 25% гача 36-А маркали антипирен қўшилиши бошқа

композитлар ҳамда аналогларга (*Ланролат-803* (Кв-35); *Терма-S* (Кв-60); *Пламкор-5* (Кв-50)) нисбатан энг юқори натижани кўрсатди.



**6-Расм. Турли нисбатларда олинган 104, 103, 103-МҒ, HA-3 ва 36-A маркали олигомер антипиренлар билан эпоксид смоласи асосидаги Э-24 маркали композитни қавариқланиш коэффициентлари (Кв)**



**7-Расм. Турли нисбатларда олинган 104, А-17, 103-МҒ, HA-3 ва 36-A маркали олигомер антипиренлар билан эпоксид смоласи асосидаги Э-67-1 маркали композитни қавариқланиш коэффициентлари (Кв)**

Тадқиқ этилаётган ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларни энг муҳим хусусиятлардан бири қоплама юзасида иссиқликни тақсимланиши ҳамда қопламадан иссиқлик оқимини ўтиши ва ушбу жараёнларнинг вақтга боғлиқлиги асосий хоссалардан бири ҳисобланади. Ушбу хусусиятлар ГОСТ-Р-53295-2009 бўйича аниқланади. Бунда металл пластинкани қоплама билан қопланган томони ва қоплама билан қопланманган томонларни махсус иссиқлик таъсири натижасида бир томондан, иккинчи томонга иссиқликни 500°C ҳароратгача ўлчашга асосланган. 8-расмдан кўришиб турибдики қопламага иссиқлик таъсир этиши натижасида вақти-вақти билан қавариқланиш ҳосил бўлаётганлигини кузатиш мумкин.

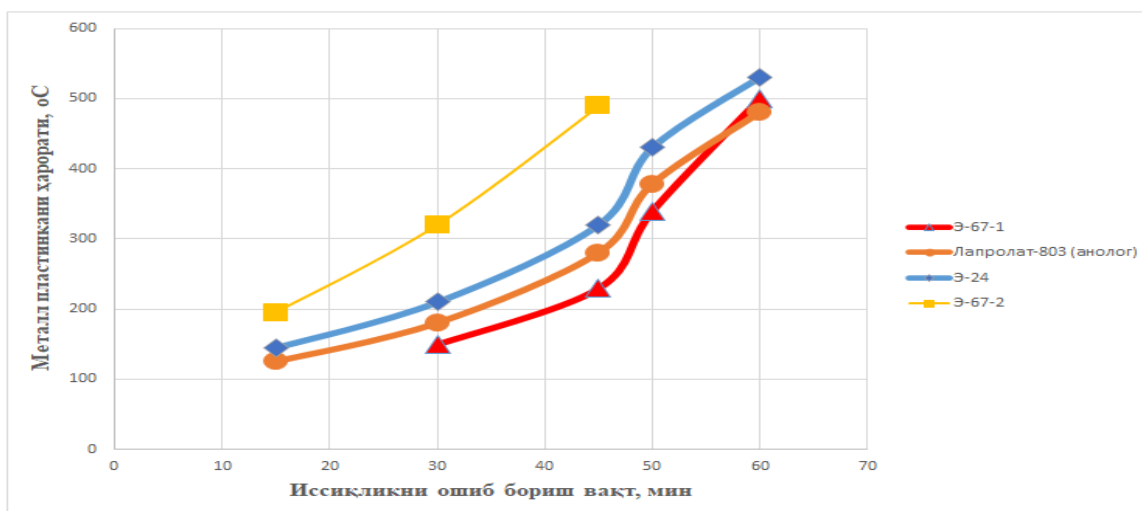


Э-24 маркали композит



Э-67-1 маркали композит

### 8-Расм. Ёнғинбардош қавариқланувчи композитларни иссиқлик таъсирида вақти - вақти билан қавариқланиш жараёни



### 9-Расм. Ёнғин таъсири натижасида қоплама юзасида иссиқликнинг тақсимланиши ҳамда қопламадан иссиқлик оқимининг ўтиши ва ушбу жараёнларни вақтга боғлиқлиги.

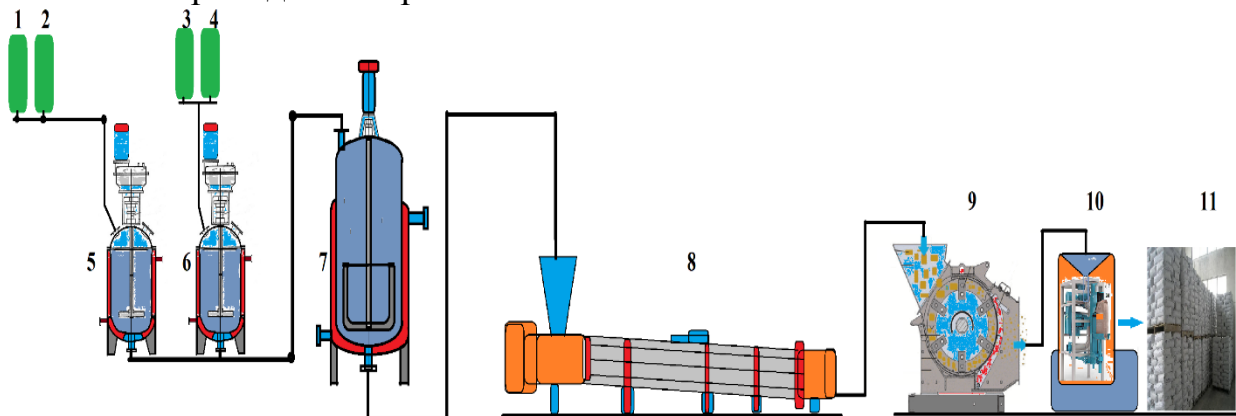
Тажриба синов натижаларига кўра синтез қилинган Э-24, Э-67-1 ва Э-67-2 маркали ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларни ёнғинбардошлиги ГОСТ-Р-53295-2009 асосида қопламадан иссиқлик оқимини ўтиши ва ушбу жараёнларни вақтга боғлиқлиги аниқланди ва ушбу ГОСТ га кўра 7 гурпуада таклиф этилаётган қопламалар 4 ва 5 гурпуаларга мансублиги синов тажрибалар орқали аниқланди.

Диссертациянинг “Маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош материалларни олишнинг замонавий технологияси ҳамда иқтисодий самарадорлигини ишлаб чиқиш” деб номланган тўртинчи бобида маҳаллий хомашёлар асосида олинган олигомер антипиренлар ҳамда ёнғинбардош қавариқланувчи композитларни олишнинг самарадор технологиясини ишлаб чиқиш билан бирга қўллашнинг оптимал миқдори ва иқтисодий самарадорлиги ўрганилган. Органик бирикмалар билан бирга таркибида фосфор, азот, бор ва металллардан иборат бўлган аддуктлар асосида юқори самарали ёнғинбардош хусусиятга эга олигомер антипиренлар



олинган ҳамда уларни қўллашнинг самарадор миқдорлари ўрганилиши билан бирга амалиётда ишлаб чиқаришнинг самарали технологиялари таклиф этилган.

Тадқиқот натижалари асосида яхши натижаларга эга бўлган НА-3 маркали олигомер антипирен Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида 500 кгдан ортиқ миқдорда ишлаб чиқилган ва амалиётда қўлланилган. НА-3 маркали олигомер антипиренни олишнинг технологик схемаси 10-расмда келтирилган.



1-ортофосфат кислота учун сиғим; 2-рух оксид учун сиғим; 3-карбамид учун сиғим; 4-борат кислота учун сиғим; 5,6,7- реактор; 8-қурутиш печи; 9-майдалагич; 10-қадоқлаш; 11-омбор

### 10-расм. НА-3 маркали олигомер антипирен олишнинг технологик схемаси

Ушбу усул билан НА-3 маркали олигомер антипирен композитини олишда асосан (1) ортофосфат кислота ( $H_3PO_4$ ), (2) карбамид ( $(NH_2)_2CO$ ), (3) рух оксид ( $ZnO$ ) ва (4) борат кислота ( $H_3BO_3$ ) учун сиғимлар ёрдамида (5) ва (6) реакторларга бошланғич хомашёлар қўйилади. Шундан келиб чиқиб ёнғинбардош қўшимчаларни олиш бир вақтда иккита реакторда олиб борилади. (5) реакторга ортофосфат кислота ва рух оксид солинади ҳамда  $130-140\text{ }^\circ\text{C}$  ҳароратда аралаштирилади. (6) реакторда карбамид ва борат кислота билан  $150\text{ }^\circ\text{C}$  ҳароратда аралаштирилади. Жараён 30 дақиқа давом этади. Ҳосил бўлган аралашмалар (7) реакторга солинади ва  $150-160\text{ }^\circ\text{C}$  ҳароратда 15 дақиқа давом эттирилади. Сўнгра ҳосил бўлган антипирен маҳсулоти (8) қурутиш печида сувсизлантирилади ва (9) майдалагичдан ўтказилади. Кукин ҳолатдаги олигомер антипирен маҳсулотлари (10) махсус жихозлар ёрдамида қадоқланади ва (11) омборда сақланади.

**Маҳаллий хомашёлар асосида олинган антипиренлар асосидаги ёнғинбардош қавариқланувчи полимер қопламаларни “Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ да ишлаб чиқариш шароитида металл конструкцияларга қўллашнинг оптимал миқдорини тадқиқ этиш.** Ёнғинбардош қавариқланувчи қопламаларни олиш усули мавзуси бўйича илмий янгилик учун Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлиги ҳузуридаги интеллектуал мулк агентлигига IAP-20210014 талабнома топширилган. Ушбу металл конструкциялар учун оловбардош қавариқланувчи полимер композит қопламаларни 12.02.2021 йилдан 01.02.2022 йилгача бўлган вақт давомида

“ТКТИТИ” МЧЖ ва «Шуртангаз кимё мажмуаси» вакиллари билан ҳамкорликда Шуртангаз кимё мажмуаси этилен цехи олтингургурт қадоқлаш бўлими бино ва иншоотларнинг ташқи юк кўтарувчи металл конструкциялари ва ички юк кўтарувчи металл конструкцияларни оловдан, иссиқлик таъсиридан ҳамда кимёвий моддалар таъсирида келиб чиқадиган каррозиядан ҳимоялаш мақсадида синов тажриба ишлари амалга оширилди. 2-жадвалда биз синтез қилган қавариқланувчи полимер қопламалар ҳамда чет элдан келтирилган аналогларни металл конструкциялари юзасига қоплашдаги сарфи ва ёнғинбардошлиги тадқиқ этилди. Натижада олинган Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали қавариқланувчи ёнғинбардош қопламалар аналоглар билан рақобатбардош эканлиги аниқланди.

## 2-жадвал

### Ёнғинбардош қавариқланувчи полимер композитларни сарфи

Маҳаллий ва аналог ЁҚҚ маркалари	ЁҚҚ лар / мезонлар	
	Қоплама қалинлиги 10-15 мм; сарфи. кг/м <sup>2</sup>	Ёнғинбардошлик самарадорлиги, мин
Э-67-1	3,0	60
Э-67-2	2,5	60
Э-24	2,5-3,0	60
Пламкор-5 (Россия)	2,5-3,0	60
Огнезащитное покрытие "СОВЕР" (Россия)	2,7	60
ФЛАМЕР® ЭП (Россия)	2,5-3,0	60

Таклиф этилган ёнғинбардош қопламалар бино ва иншоотларни ташқи ва ички юк кўтарувчи металл конструкцияларни юза қисмига қопланилди ҳамда уларни барқарорлиги ўрганилди.



**Бино ва иншоотларни ташқи ва ички юк кўтарувчи металл конструкцияларни полимер композит қопламалар билан ишлов берилишини умумий кўриниши.**

Синов тажриба жараёнлари натижасида ташқи ва ички юзага мўлжалланган полимер қопламаларнинг кўриниши, об-ҳаво таъсирларига чидамлилиги қишки ҳароратни пастлиги, баҳор ойларидаги турли ёғингарчиликларга барқарорлиги, ёзни биринчи ойидаги ҳароратни баландлиги ҳамда кимёвий моддалар таъсирида келиб чиқадиган коррозиядан ҳимоялаш даражаси юқори эканлиги аниқланди. Ушбу синов тажрибалардан келиб чиқиб, оловбардош қавариқланувчи полимер композит қопламалардан фойдаланиб, металл конструкцияларини оловдан, юқори ҳароратдан ҳамда кимёвий моддалар таъсиридан ҳимоялашда қўллаш мумкинлиги аниқланди.

Ёнувчан материалларни ёнғиндан ҳимоялаш мақсадида яратилган фосфор, азот, бор ва металл сақлаган олигомер антипирен таркиблар “SVERXBELПРОЕКТ” МЧЖ, “Cotton Road” ҚК МЧЖ, ва “Шарқ текс люкс” МЧЖ тўқимачилик матолари ишлаб чиқариш корхоналарида ҳамда “Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ муваффақиятли амалиётга жорий қилинган (“Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ нинг 2021 йил 2 июлдаги 001/3230-сонли маълумотномаси). Олинган антипиренларнинг самарадорлиги чет эл аналоглари билан бир хил хоссага эга, шу билан бирга экологик ва иқтисодий самарадорлиги 30-40% эканлиги аниқланди.

## ХУЛОСАЛАР

1. Маҳаллий хомашёлар асосида оловбардош қавариқланувчи композит материаллар олиш учун бор, азот, фосфор ва металл сақлаган полифосфат аммоний, меламинаформальдегид, борат кислота ва карбамид асосидаги аддуктлар ёрдамида олигомер антипиренларни олиш технологияси таклиф қилинди.

2. Олигомер антипиренлар қўлланилган полимер, ёғоч, тўқимачилик материаллари ва ёнғинбардош қавариқланувчи композит қопламаларининг тузилиши ва хоссаларини тадқиқ этишнинг замонавий усуллари, жумладан, инфрақизил спектроскопияси (ИҚ-спектроскопия), сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ), термогравиметрия (ТГ) таҳлил усуллари ҳамда ёнғинбардош материалларнинг физик-механик, оловбардош хоссаларини стандарт усуллардан фойдаланилган ҳолда аниқлаш таклиф этилди.

3. Ёғоч, тўқимачилик материаллари, полимер материаллари ва ёнғинбардош қавариқланувчи полимер композит қопламаларни ёнғинбардошлигини ошириш мақсадида янги авлод олигомер антипиренлар олиш имконини яратувчи бор, азот, фосфор ва металл сақлаган композитлар билан оловдан ҳимоя қилиш жараёнининг таъсир механизми таклиф этилди.

4. 103, 104, 103-МҒ, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренлар билан ишлов берилган ёғоч, тўқимачилик ва полимер материаллар ҳамда Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали ёнғинбардош қавариқланувчи полимер композитларни оловбардош хусусияти, ёнғин таъсирида масса йўқотилиши, кислород индекси ва физик-механик хоссалари тадқиқ этилди. Оловбардош хусусиятига кўра қийин алангаланувчи

материалларга кириши аниқланди ҳамда кислород индекси ошганлиги тажриба синовлар асосида аниқланди.

5. Ёнғинбардош материалларни олишда, чет эл аналоглари билан рақобатбардош бўлган янги 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 ва 36-А маркали олигомер антипиренлар ҳамда Э-67-1, Э-67-2 ва Э-24 маркали ёнғинбардош қавариқланувчи полимер композитларни ишлатилиши тавсия этилди. Олинган антипиренларнинг самарадорлиги чет эл аналоглари билан бир хил хоссага эга, шу билан бирга экологик ва иқтисодий самарадорлиги 30-40% гача юқори эканлиги аниқланди.

6. Олигомер антипиренлар ва ёнғинбардош қавариқланувчи композит қопламалар Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти базасида ишлаб чиқаришга жорий қилинган ҳамда олинган оловбардош материаллари “SVERXBELПРОЕКТ” МЧЖ, “Cotton Road” ҚК МЧЖ, ва “Шарқ текс люкс” МЧЖ тўқимачилик матолари ишлаб чиқариш корхоналарида ҳамда “Шуртангаз кимё мажмуаси” МЧЖ муваффақиятли амалиётга жорий қилинган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12.2019.Т.87.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**НУРКУЛОВ ЭЛДОР НУРМУМИНОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕСТОЙКИХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ИХ  
ПРИМЕНЕНИЕ**

**02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ 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 B2021.2.PHD/T2247**

Диссертация выполнена в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии.

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

**Научный руководитель:** Бекназаров Хасан Сойибназарович  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Мухамедгалиев Бахтиёр Абдукадирович  
доктор химических наук, профессор  
Мухиддинов Баходир Фахриддинович  
доктор химических наук, профессор

**Ведущая организация:** Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «10» авг 2022 г. в «9<sup>00</sup>» часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский район, п/о Шурабазар. Тел.: (+99895)199-22-43, факс: (+99870)965-77-16, e-mail: ooo\_tniixt@mail.ru).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 11, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шурабазар, Тел.: (+99895)199-22-43, факс: (+99870)965-77-16, e-mail: ooo\_tniixt@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан «28» авг 2022 года.

(протокол рассылки № 2 от «28» авг 2022 г).



**А.Т. Джалилов**  
Председатель научного совета  
По присуждению ученых степеней,  
д.х.н., проф., академик

**Ш.Д. Широин**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, PhD тех

**Ш.Н. Қиёмов**  
Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
ученых степеней, PhD тех

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире растет спрос на эффективные неорганические и органические антипирены и вспученные огнестойкие полимерные композиционные покрытия. Одним из наиболее актуальных вопросов является снижение пожарной безопасности за счет широкого применения антипиренов в химической, строительной, машиностроительной, нефтегазовой и других отраслях промышленности. Помимо многочисленных преимуществ, пожароопасность материалов, обработанных антипиренами, снижается в несколько раз. Поэтому в мире актуальна разработка олигомерных антипиренов, обладающих свойством повышать огнестойкость горючих материалов, а также совершенствовать механизм их оптимального состава и воздействия.

Сегодня в мире ведутся целенаправленные исследования в области производства высокоэффективных антипиренов и гофрированных огнеупорных полимерных композиционных покрытий. В связи с этим особое внимание уделяется разработке многофункциональных антипиренов, совершенствованию их горючести и технологии производства с целью повышения горючести горючих материалов на основе олигомерных антипиренов группы фосфора, азота, бария и металлов для применения их в горючих материалах.

В республике на основе инновационных технологий созданы различные химические соединения, состоящие из азота, фосфора, бора и металлов и других веществ, и достигнуты определенные научные и практические результаты, также проводятся важные меры по созданию олигомерных антипиренов, содержащих азот, фосфор, бор и металлы, которые достигли определенных результатов в этой области мероприятий. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены важные задачи, направленные на «освоение выпуска принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечение на этой основе конкурентоспособных отечественных товаров на внешних и внутренних рынках»<sup>1</sup>. При этом важна разработка экономичных и экологически чистых технологий производства олигомерных антипиренов, содержащих азот, фосфор, бор и металлы на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью» и постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» и от 12 февраля 2019 года «О мерах по

---

<sup>1</sup> Постановление Президента Республики Узбекистан ПП №4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

дальнейшему углублению реформ и расширению экспортного потенциала текстильной и швейно-трикотажной промышленности», а также других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики VII «Химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** По получению огнестойких материалов и создания технологий применения провели научные исследования ученые Хоанг Тхань Хай, Cinausero N., Batistella A., Ling Sun, Sertsova A.A., Wennan Li, Yi-Wei Wang, Ruiqing Shen, Qingsheng Wang, Триполицын А.А., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А., Альменбаев М.М., Зубкова Н.С., Сабирзянова Р.Н., Микитаев А.К., Джалилов А.Т., Самигов Н.А., Набиева И.А., Рафиков А.С., Мухиддинов Б.Ф., Акбаров Х.И., Мухамедгалиев Б.А., Нуркулов Ф.Н., Сиддиков И.И., Бекназаров Х.С. и другие.

В результате своих научных исследований эти ученые провели ряд исследований различных методов получения антипиренов для создания огнестойких материалов, влияния различных технологических факторов на процесс их производства и улучшения их структуры и свойств, разработки экономически эффективных и экологически чистых технологий.

В настоящее время ведутся научные исследования по совершенствованию современных новых методов модификации горючих материалов на основе химических соединений противопожарной защиты, антипиренов для текстильных тканей, дерева, полимеров и других материалов, а также экологически чистых и экономичных технологий.

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

Диссертационная работа осуществлена в рамках инновационного и прикладного проекта Ташкентского научно-исследовательского химико-технологического института I-ВТ-2021-66 «Разработка новых технологий производства алюмосиликатных микросфер из золотошлаковых месторождений» (2021-2022 гг.) и ПЗ-202008061 «Разработка ресурсосберегающих технологий повышения горючести деревянных строительных материалов и изделий с применением олигомерных антипиренов нового поколения» (2021-2023 гг.).

**Целью исследования** является создание составов вспучивающихся огнезащитных композиционных материалов на основе местного сырья, их разработка по рентабельной и экологически чистой технологии.

**Задачи исследования:**

получение олигомерных антипиренов и вспучивающихся огнезащитных композитов, содержащих азот, фосфор, бор и металлы на основе неорганических и органических соединений, и изучение их физико-химических свойств;



определение оптимального соотношения при изготовлении и применение огнезащитного и вспучивающегося олигомерного антипирена;

исследование кислородного индекса, коэффициента вспучивания и дымообразования огнестойких материалов, обработанных олигомерными антипиренами, на основе пожарно-технических требований;

изучение физико-механических и химических свойств огнестойких материалов, обработанных олигомерными антипиренами;

разработка и технико-экономическое обоснование технологии получения олигомерных антипиренов и вспучивающихся огнезащитных композиционных материалов.

**Объектом исследования** являются аммофос, мочевины, оксиды металлов, олигомерные антипирены и огнезащитные материалы, содержащие фосфор, азот, бор и металлы.

**Предметом исследования** является обработка горючих материалов олигомерными антипиренами, содержащими фосфор, азот, бор и металлы, а также изучение физико-химических и механических свойств этих материалов, применение для получения огнестойких материалов.

**Методы исследования.** Используются современные методы исследования структуры и свойств полученных в результате исследований веществ, включая инфракрасную спектроскопию (ИК-спектроскопию), сканирующую электронную микроскопию (СЭМ), термогравиметрию (ТГ) и стандартные методы определения физико-механических, горючих свойств тугоплавких материалов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

для производства вспучивающихся огнезащитных композиционных материалов, на основе местного сырья, созданы новые композиции олигомерных антипиренов с использованием азота, фосфора и металлосодержащих полифосфатов аммония, меламина, борной кислоты и аддуктов на основе мочевины;

определено, что оптимальная концентрация обработки олигомерными антипиренами марок 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 и 36-А, а также приготовление на их основе огнезащитных вспучивающихся покрытий марок Э-67-1, Э-67-2 и Э-24, могут быть до 15-20 % для древесины, до 10-12 % для текстильных материалов, до 25 % для огнестойких вспучивающихся покрытий и 30% для полимерных материалов;

определено, что материалы обработанные олигомерными антипиренами марок 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 и 36-А, а также приготовленными на их основе огнестойкими вспучивающимися покрытиями марок Э-67-1, Э-67-2 и Э-24 относятся к 1 группе по огнестойкости, а также к 4 группе (60 минут) по теплопроводности огнезащитных вспученных покрытий в зависимости от периода процесса;

разработаны энерго- и ресурсосберегающие технологии производства олигомерных антипиренов и вспучивающихся огнезащитных композиционных материалов, определена их экономическая и экологическая эффективность.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны новые композиции олигомерных антипиренов с использованием аддуктов на основе полифосфата аммония, меламинформальдегида, меламин, борной кислоты и карбамида, содержащие бор, азот, фосфор и металлы для получения огнезащитных вспучивающихся композиционных материалов на основе местного сырья и определены оптимальные соотношения их применения;

доказано, что кислородный индекс горючих материалов, обработанных олигомерными антипиренами марок 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 и 36-А, увеличивается с 18-19% до 30-34%;

определено, что огнезащитные покрытия Е-67-1, Е-67-2 и Е-24 имеют более высокий коэффициент вспучивания, чем Кv-10;

разработана энерго- и ресурсосберегающая технология производства олигомерных антипиренов и огнезащитных вспучивающихся композиционных материалов.

**Достоверность результатов исследований.** Выводы и рекомендации, основанные на идентификации полученных материалов, объясняются применением высокоинформативных, современных физико-химических, механических методов (инфракрасная спектроскопия (ИК), СЭМ и термогравиметрический анализ (ТГ)), балансом результатов экспериментальных и теоретических исследований и реализация разработки.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований объясняется разработкой новых эффективных олигомерных антипиренов и вспучивающихся покрытий, содержащих бор, фосфор, азот и металлы, проведенными исследованиями по свойствам их композитов с горючими материалами, а также важными результатами для развития теории и практики огнезащитных материалов.

Практическая значимость результатов исследований заключается в обработке горючих материалов новыми эффективными олигомерными антипиренами, и разработкой технологии получения вспучивающихся покрытий, а также служит для внедрения в практику олигомерных антипиренов, содержащих фосфор, азот, бор и металлы, которые являются основными факторами ограничения распространения огня на ранних стадиях.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных результатов была разработана технология получения олигомеров групп фосфора, азота, бора и металлов, повышающих огнестойкость легковоспламеняющихся материалов:

олигомерные антипирены и вспучивающееся огнезащитные композиты, содержащие фосфор, азот, бор и металлы, успешно внедрены на ООО «Шуртанском газохимическом комплексе» (справка № 001/3230 от 2 июля 2021 г. ООО «Шуртанский газохимический комплекс»). В результате удалось создать вспучивающиеся композитные составы на основе олигомерных антипиренов, содержащих фосфор, азот, бор и металлы;

технология получения олигомерных антипиренов и вспучивающихся композитов, содержащих фосфор, азот, бор и металлы, предназначенные для защиты горючих материалов, успешно внедрены на ООО «Шуртанском газохимическом комплексе» (справка № 001/3230 от 2 июля 2021 г. ООО «Шуртанский газохимический комплекс»). В результате появилась возможность применения местных высококачественных олигомерных антипиренов и вспучивающихся композиций, вместо импортозамещающего.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 18 конференциях, в том числе на 12 международных и 6 республиканских конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 26 научных работ, в том числе 8 научных статей: 5 статей в республиканском и 3 в зарубежном журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений, объем изложен на 115 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

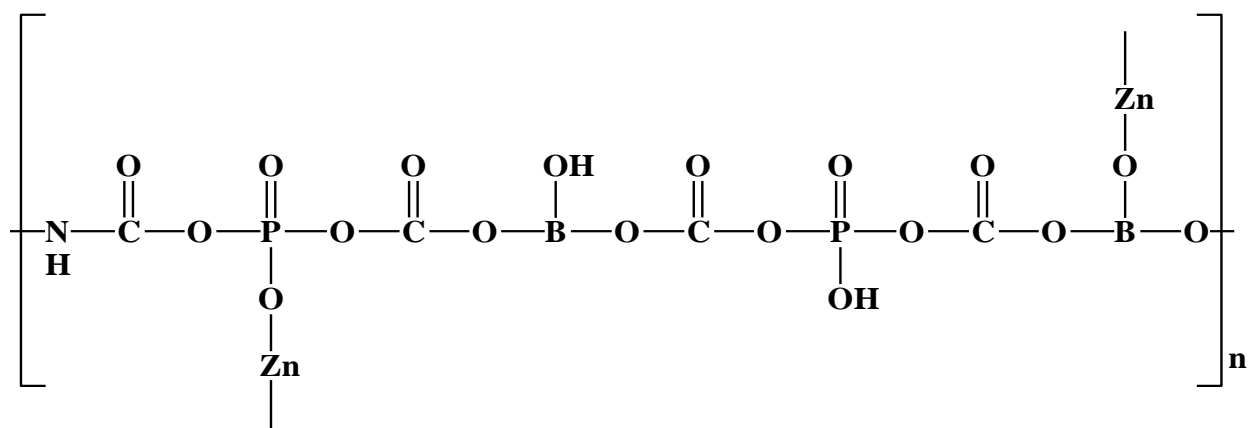
**Введение** основано на актуальности и необходимости темы, целях и задачах исследования, объекте и предмете, уровне исследования, методах исследования, релевантности исследования приоритетам науки и технологий Республики Узбекистан, научная новизна и практическая значимость исследования, сведения о достоверности исследования, апробации и публикации результатов, объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Исследование состава, структуры и механизмов процесса горения легковоспламеняющихся материалов»**, обсуждается механизм повышения огнестойкости полимерных материалов с антипиренами, а также обсуждаются научные исследования их физико-химических свойств и выводы по первой главе.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Производство олигомерных антипиренов и композитов на основе местного сырья и изучение их физико-химических свойств»**, рассматриваются полифосфат аммония марки 104-103, синтезированный на основе нового местного сырья, НА-3 (на основе  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), А-17 (на основе  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) и 36-А олигомерных антипиренов ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ ) и Э-67-1 (Эмульсия сополимера акрила и стирола марки 777, пентаэритрит, местный полифосфат, меламин, ПВХ, оксид титана (IV)), Э-67-2 (эмульсия сополимера акрил-стирола марки 777, пентаэритрит, металл-удерживающий аддукт, водный раствор аддукта, содержащий сероводород, воду) и Э-24 (эпоксидная смола ЭД-20, 36-А-аддукт (аммофос, мочевины, оксид алюминия, уротропин), оксид титана (IV)) марки пожарный. Представлены результаты и методы исследования формирования

ромбовыпуклых полимерных композитов и изучение их физико-химических свойств.

Ортофосфорная кислота ( $H_3PO_4$ ), мочевины (( $NH_2$ ) $_2CO$ ), оксид цинка ( $ZnO$ ) и борная кислота в основном используются в производстве легко воспламеняющихся добавок НА-3, содержащих фосфор, азот, бор и металлы, которые синтезируются для уменьшения огня. - задерживающие свойства полимерных веществ. ( $H_3BO_3$ ). Экстракция легко воспламеняющихся добавок осуществляется одновременно в двух емкостях для химикатов. В емкости 1 ортофосфорная кислота реагирует с оксидом цинка при 130–140 ° С, а в емкости 2 мочевины реагирует с борной кислотой при 150 ° С. Реакция длится 30 минут. Вещество из второй емкости переливают в первую емкость и проводят реакцию при 150-160<sup>0</sup>С в течение 15 минут. Исследованы ИК-спектры полученного вещества, изображения, полученные с помощью растрового электронного микроскопа, элементный анализ. Общая формула полученного антипирена марки НА-3 следующая:



Исследованы оптимальные условия, физико-химические свойства полученного антипирена марки НА-3, предоставлена информация о составе антипирена, полученного, в основном, с высоким выходом. В таблице 1 ниже показаны физико-химические свойства и влияние нового высокоэффективного антипирена марки НА-3 на растворители.

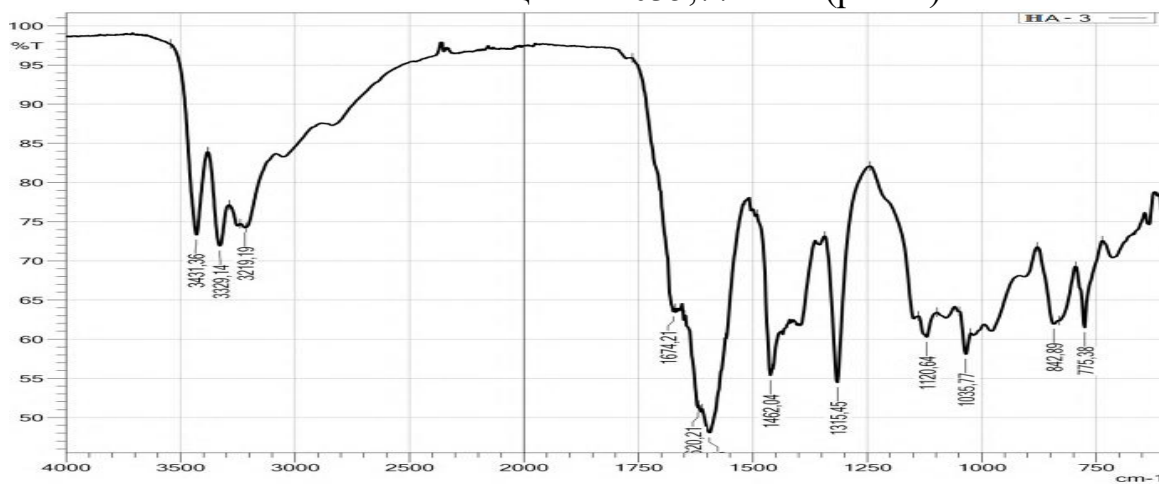
Кроме того, многие эксперименты проводились при разных условиях и разных соотношениях. Эксперименты показали, что выход антипиреновой добавки зависит от температуры и соотношения компонентов. Оптимальная температура реакции 150-160 ° С.

**Таблица 1**  
**Физико-химические свойства антипирена марки НА-3**

Название олигомера	НА-3
Агрегатное состояние и цвет	Белое твердое вещество
рН	6,5
Плотность, г / см <sup>3</sup>	1,23
Пхв	0,056
Масса (креоскопия)	765
Растворимость (22°С)	Вода (20г/100мл)

ИК-спектральный анализ огнезащитных добавок НА-3 показал, что в областях поглощения 3329,14-3431,36 см-1 находятся группы  $NH_2$ , в области

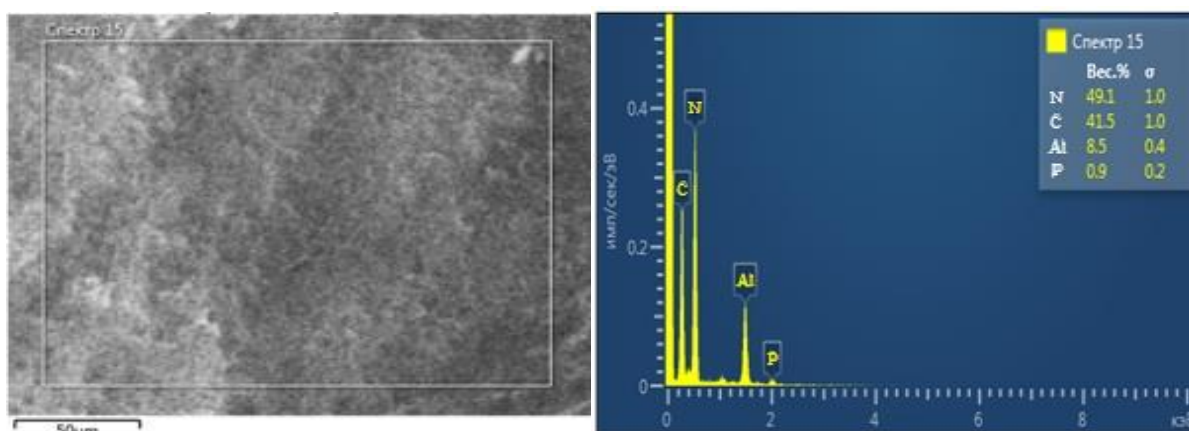
3219,19 см<sup>-1</sup> группы ВОН, в площади поглощения 1674,21 см<sup>-1</sup> –С=О группа, Группа –РО<sub>4</sub><sup>3</sup> расположена в области поглощения 1120,64 см<sup>-1</sup>, наличие связи Р–О–С показало в области поглощения 1035,77 см<sup>-1</sup> (рис. 1).



**Рисунок 1. ИК-спектроскопический анализ антипирена марки НА-3**

Третья глава диссертации, озаглавленная «**Получение огнезащитных материалов из местного сырья, изучение их физико-химических свойств**», посвящена изучению термической устойчивости древесины, полимерных материалов и гофрированных покрытий с применением антипиренов на основе местного сырья. В результате наших исследований мы получили эпоксидную смолу, аддукт марки 36-А на основе местного сырья и огнезащитное гофрированное покрытие Э-24 на основе полифосфата аммония марки 104. Проведено сравнение термического анализа полученного покрытия и эпоксидной смолы.

Проведены методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и элементный анализ полиэтилена с антипиреном марки НА-3. При анализе СЭМ можно увидеть, что полиэтилен равномерно распределен по поверхности, что увеличивает термостойкость полиэтилена. В результате добавление антипирена к полиэтилену можно создать более термостойкий барьер для снижения интенсивности горения, тем самым активно повышая безопасность полиэтилена (рис. 2).

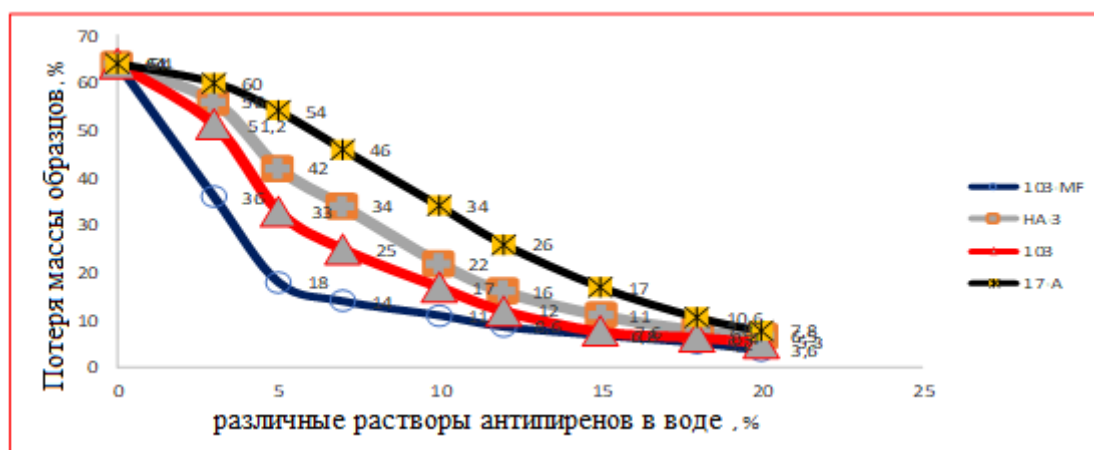


**Рисунок 2. Растровый электронный микроскоп и элементный анализ полиэтилена с фосфором, азотом, металлическими антипиренами**

Из полученных изображений видно, что молекулы антипирена равномерно распределены на поверхности образцов полиэтилена, обработанных антипиреном. При обработке полиэтилена антипиреном марки НА-3 было обнаружено, что он сохраняет свои свойства и приобретает огнезащитные свойства.

Из литературы известно, что все виды древесных материалов относятся к наиболее опасной группе с точки зрения горючести. Мы синтезировали антипирены марок 103; 103-МФ; НА-3. Огнестойкие композиты для древесины получены путем обработки опытных древесных материалов из древесины сосны антипиренами марки А-17. Полученные огнезащитные древесные материалы определяли по ГОСТ 12.1.044-89 и ГОСТ 16363-98.

Синтезированными в результате наших исследований антипиренами марок 103, 103-МФ, НА-3, А-17 и аналогичными антипиренами пропитывали древесину в специальной ванне (по специальному методу) при температуре 40-50<sup>0</sup>С в течение 1-1,5 часов, обычно образцы древесины промазывались два раза щеткой или дерево дважды опрыскивалось антипиреном из опрыскивателя. Изучена огнестойкость этих образцов.

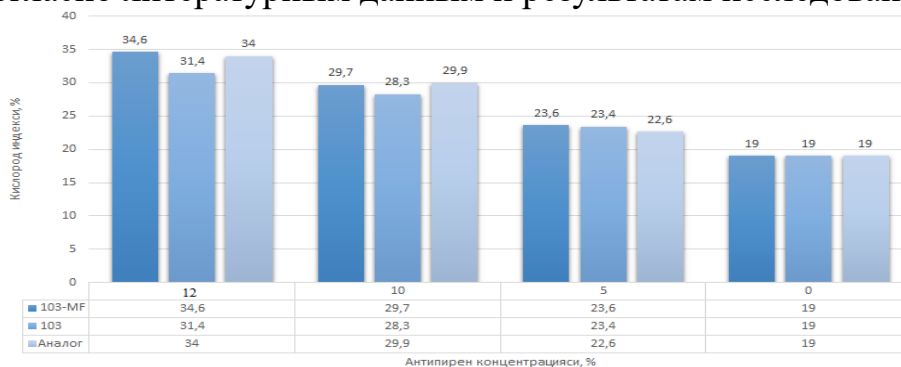


**Рисунок 3. Определение группы трудновоспламеняющихся материалов.**

Результаты определения группы горения при погружении образцов древесины по специальному методу, показаны на рисунке 3. Получены хорошие результаты, и было обнаружено, что глубокое погружение на основе этих составов имеет большую эффективность. В результате обработки древесных материалов антипиренами были достигнуты следующие средние потери массы: потеря массы древесины, обработанной антипиреном марки 103 - 5,3%; потеря массы огнезащитного состава марки 103-МФ - 3,6%; потеря массы древесины, обработанной антипиреном марки НА-3 составила 6,5%, а с антипиреном марки А-17 составила 7,8%. При проверке этих результатов на основании ГОСТ было определено, что группа горючести данных антипиренов относится к группе I.

Кислородный индекс исследовали на основании ГОСТ 12.1.044-84. Определили воспламеняемость текстильных материалов, обработанных фосфорсодержащими олигомерными антипиренными марок 103 и 103-МФ. Результаты экспериментов показали, что содержание кислорода (КИ) в

огнезащитных композитах на основе целлюлозных текстильных материалов с олигомерными антипиренами, содержащими фосфор в количестве от 5% до 15%, составляет 28-34%. Эффективность текстильных материалов из целлюлозы, обработанных антипиренами, оценивали по кислородному индексу. Контрольный образец относится к классу легковоспламеняющихся текстильных материалов, а кислородный индекс этого материала составляет 18-19%, согласно литературным данным и результатам исследования.

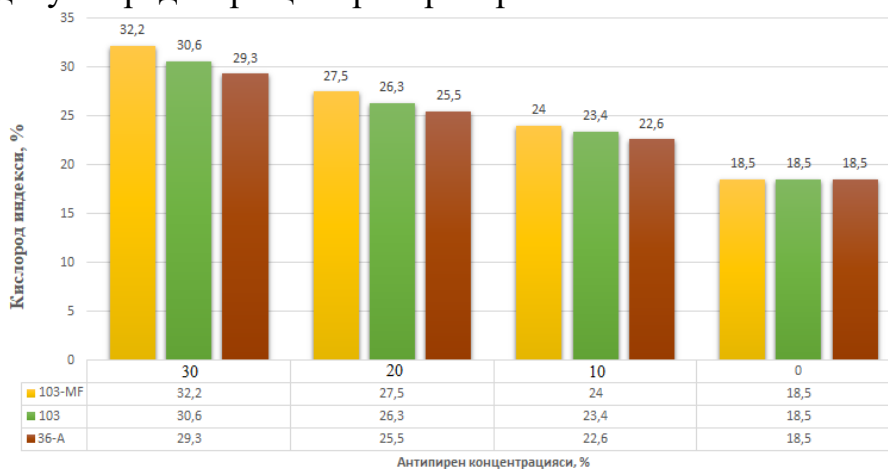


**Рисунок 4. Исследование влияния фосфорсодержащих олигомерных антипиренов на кислородный индекс обработанных текстильных материалов**

Исследования с использованием анализа кислородного индекса целлюлозных текстильных материалов, обработанных фосфорсодержащими антипиренами различных марок, показали, что огнестойкость целлюлозных текстильных материалов, обработанных антипиренами, является высокой. Значения КИ огнезащитных текстильных материалов увеличились с 18% до 34%, и значения КИ, соответственно, увеличиваются с увеличением концентрации антипирена. Данные представлены на рисунке 4.

Исследованы свойства композитов, полученных при добавлении к полиэтилену олигомерных антипиренов марок 104, 103-MF и 36-A.

Фосфор, азот, бор и металлические группы в этих антипиренах образуют слой кокса на поверхности полимера во время горения, что снижает теплопередачу и предотвращает распространение пламени.



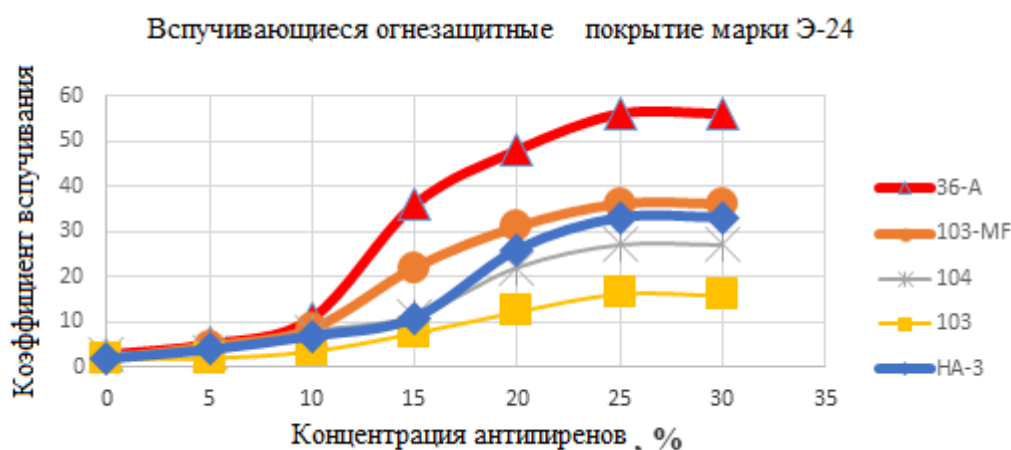
**Рисунок 5. Исследование влияния полимерных материалов на кислородный индекс фосфорсодержащих олигомерных антипиренов ГОСТ-12.1.044-84.**

Для сравнения огнестойкости и ряда дополнительных свойств огнезащитных покрытий марок МПВО, Пламкор-5, Жокер М с огнезащитными вспученными покрытиями, разработанными в России, были проведены сравнительные испытания с разработанными в Ташкентском научно-исследовательском институте химических технологий. Для сравнения взяты составы марок Э-67-1, Э-67-2 и марка Э-24. Были определены плотность, массовая доля летучих веществ (сухой остаток). По результатам исследования, в результате добавления олигомерных антипиренов марок Э-24 и Э-67-1 в состав фирменных композитов 104, 103, 103-МФ, НА-3, А-17 и 36-А в разных пропорциях были определены коэффициенты их вспучивания ( $K_v$ ). Исследуемое покрытие было нанесено на 1 мм на поверхность металлической пластины и помещено в муфельную печь при температуре  $600^{\circ}\text{C}$  на 5 минут. Коэффициент вспучивания ( $K_{вс.}$ ) при определении толщины вспучивающегося слоя ( $h_{вс.}$ ), а также начальное вспучивание покрытия ( $h_0$ ) определялось по формуле:

$$K_{вс.} = h_{вс.} / h_0$$

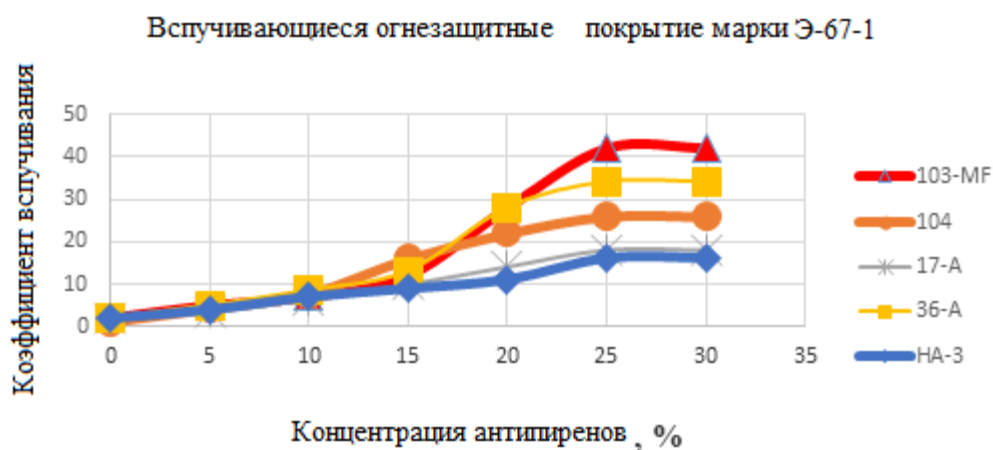
При добавлении 25% различных антипиренов в огнезащитные покрытия марки Э-24 коэффициент вспучивания составил 17-56  $K_v$ . (Рисунок 6). В результате добавления 25% антипиренов в огнезащитные покрытия марки Э-67-1 коэффициент вспучивания составил 12-42  $K_v$ . (Рисунок 7).

Таким образом, установлено, что коэффициенты вспучивания композитов Э-24 и Э-67-1, полученных с добавлением 20-25% антипиренов всех марок, выше, чем у предлагаемых ГОСТом огнестойких покрытий. При этом добавление в состав покрытия Э-24 до 25% антипирена марки 36-А к другим композитам и аналогам (Лапролат-803 ( $K_v$ -35); Терма-С ( $K_v$ -60) ); Пламкор-5 ( $K_v$ -50)) показал относительно высокий результат.



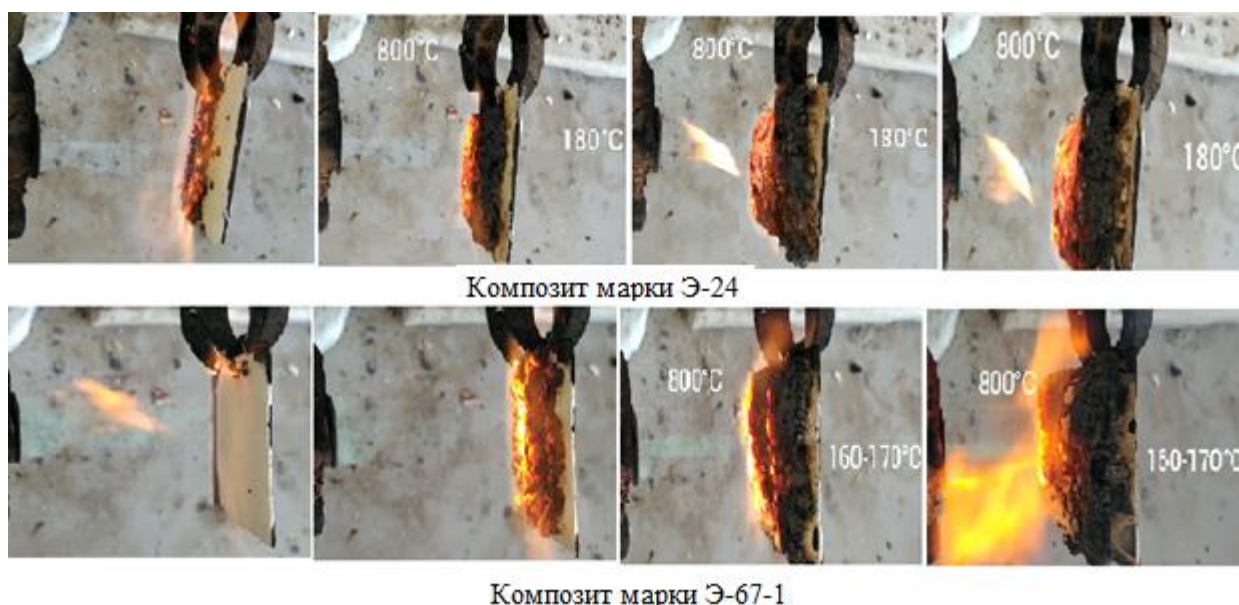
**Рис. 6 Коэффициенты вспучивания ( $K_v$ ) композита Э-24 на основе эпоксидной смолы с олигомерными антипиренами 104, 103, 103-МФ, НА-3 и 36-А в различных пропорциях**



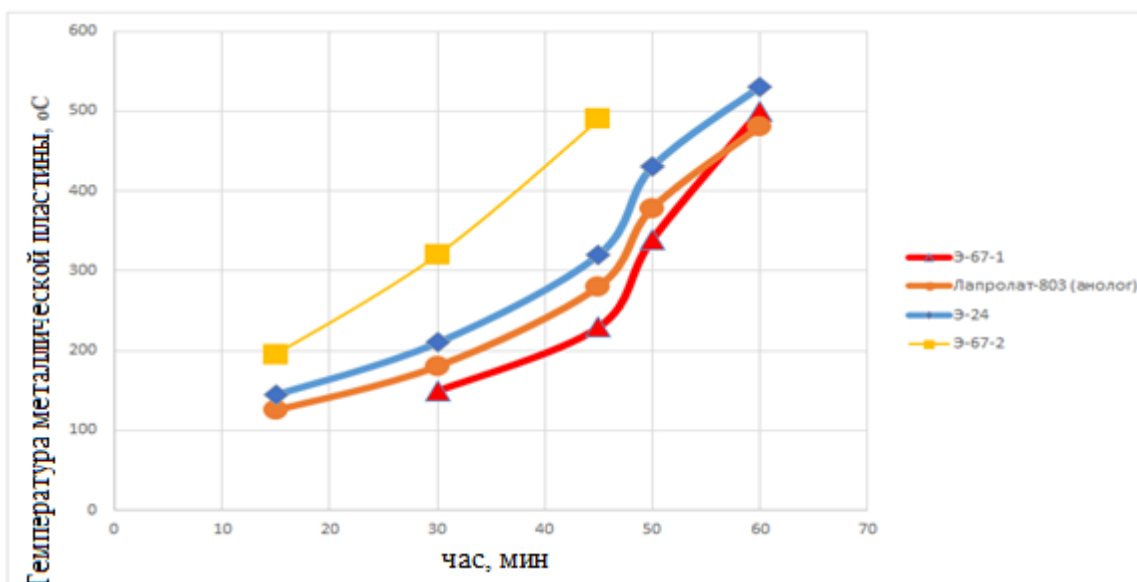


**Рисунок 7. Коэффициенты вспучивания ( $K_v$ ) композита Э-67-1 на основе эпоксидной смолы с олигомерными антипиренами 104, А-17, 103-МФ, НА-3 и 36-А, полученными в различных пропорциях**

Одной из важнейших особенностей исследуемых огнестойких гофрированных покрытий является распределение тепла по поверхности покрытия и прохождение теплового потока через покрытие, а также зависимость этих процессов от времени. Эти свойства и характеристики определены в соответствии с ГОСТ-Р-53295-2009. Он основан на измерении тепла от одной стороны к другой до температуры  $500^{\circ}\text{C}$  в результате особого теплового воздействия на сторону металлической пластины с покрытием и сторону без покрытия. Как видно на рисунке 8, можно наблюдать, что время от времени вспучивание образуется в результате теплового воздействия на покрытие.



**Рисунок 8. Процесс периодического набухания вспучивающихся огнезащитных композитов под действием тепла**

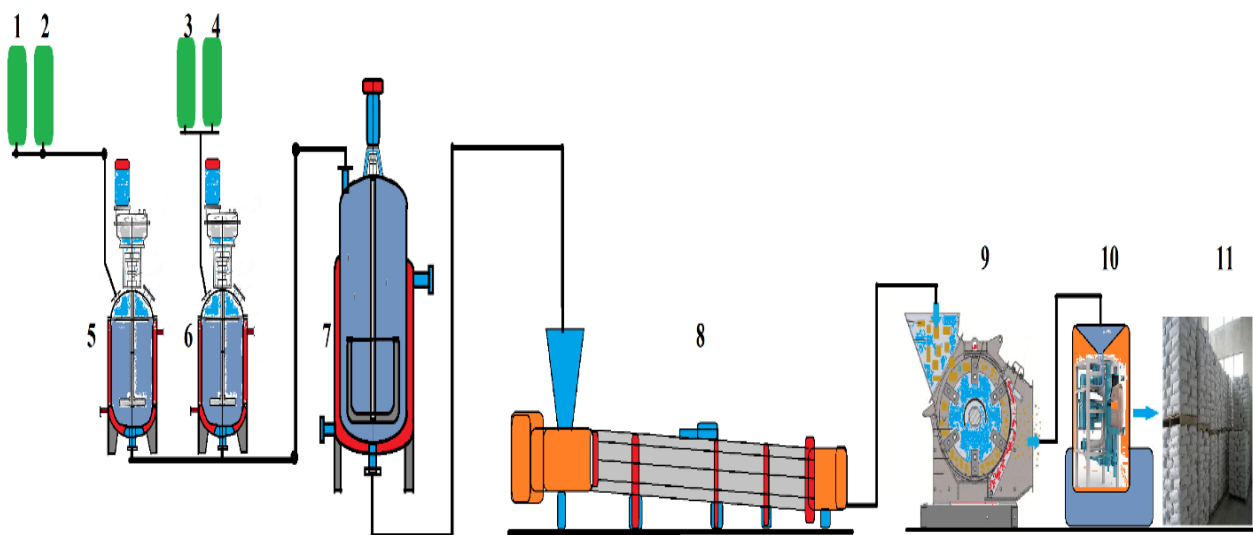


**Рисунок 9. Распределение тепла по поверхности покрытия в результате воздействия огня и прохождения теплового потока через покрытие и зависимость этих процессов от времени.**

По результатам эксперимента было определено, что огнестойкость огнестойких покрытий марок Э-24, Э-67-1 и Э-67-2, синтезированных по результатам испытаний, пропускает поток тепла от покрытия на основе ГОСТ-Р-53295-2009 и зависит от времени этих процессов. Согласно этому ГОСТу принадлежность предлагаемых покрытий относится к 4 группе, что было определено путем тестовых экспериментов.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **"Разработка современной технологии и экономическая эффективность получения огнезащитных материалов на основе местного сырья"**, было изучено оптимальное количество и экономическая эффективность применения олигомерных антипиренов, полученных на основе местного сырья, вместе с разработкой эффективной технологии получения огнезащитной blisterной композиции. Вместе с органическими соединениями были получены олигомерные антипирены с высокоэффективными огнезащитными свойствами на основе добавок, состоящих из фосфора, азота, бора и металлов в их составе, наряду с изучением эффективных количеств их применения, на практике были предложены эффективные технологии производства.

По результатам проведенных исследований в Ташкентском научно-исследовательском институте химических технологий был разработан и применен на практике олигомерный антипирен марки НА-3, имеющий хорошие результаты, в количестве более 500 кг. Технологическая схема получения олигомерного антипирена марки НА-3 представлена на рисунке 10.



1 - емкость для ортофосфорной кислоты; 2 - емкость для окиси цинка; 3 - емкость для мочевины; 4 - емкость для борной кислоты; 5,6,7 - реактор; 8 - сушильная печь; 9 - измельчитель; 10 - упаковка; 11 - склад

**Рисунок 10. Технологическая схема получения олигомерного антипирена марки НА-3**

По этому методу олигомерное огнестойкое соединение марки НА-3 получают, в основном, на основе ортофосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ) (1), окиси цинка ( $ZnO$ ) (2), мочевины ( $(NH_2)_2CO$ ) (3) и борной кислоты ( $H_3BO_3$ ) (4). С помощью конденсаторов исходное сырье помещается в реакторы (5) и (6). Таким образом, экстракция тугоплавких добавок осуществляется одновременно в двух реакторах. Ортофосфорную кислоту и окись цинка добавляют в реактор (5) и перемешивают при температуре 130-140 °С. Мочевину и борную кислоту смешивают в реакторе (6) при температуре 150 °С. Процесс занимает 30 минут. Полученные смеси поступают в реактор (7) и выдерживаются там в течение 15 минут при температуре 150-160 °С. Полученный огнестойкий продукт затем обезвоживают в сушильном шкафу (8) и пропускают через измельчитель (9). Олигомерные антипиреновые продукты упаковываются с использованием специального оборудования (10) и хранятся на складе (11).

**Исследование оптимального количества нанесения огнезащитных гофрированных полимерных покрытий на основе антипиренов, полученных на основе местного сырья, на металлические конструкции в производственных условиях ООО «Шуртанский газохимический комплекс».** Заявка IAP-20210014 подана в Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан на научную инновацию по способу получения легковоспламеняющихся вспучивных покрытий. С 12.02.2021 г. по 01.02.2022 г. совместно с представителями ООО «ТНИИХТ» и «Шуртанский газохимический комплекс» Шуртанский газохимический комплекс Цех этиленовой упаковки серы. На наружных несущих конструкциях зданий и сооружений проводились экспериментальные работы по защите от внутренних нагрузок.

Защита металлических конструкций от огня, тепла и коррозии, вызванной химическими веществами. В таблице 2 рассмотрены стоимость и огнестойкость синтезированных нами вспученных полимерных покрытий и покрытий импортных аналогов на поверхности металлических конструкций. Полученные вспученные огнезащитные покрытия Э-67-1, Э-67-2 и Э-24 не уступают своим аналогам.

**Таблица 2**

**Расход вспучивающихся огнезащитных полимерных композитов**

Местные и аналоговые бренды	Полученные результаты	
	Толщина покрытия 10-15 мм; Стоимость.кг/м <sup>2</sup>	Пожарная эффективность, мин
Э-67-1	3,0	60
Э-67-2	2,5	60
Э-24	2,5-3,0	60
Пламкор-5 (Россия)	2,5-3,0	60
Огнезащитное покрытие "СОВЕР" (Россия)	2,7	60
ФЛАМЕР® ЭП (Россия)	2,5-3,0	60

Предложенные огнезащитные покрытия были нанесены на поверхность наружных и внутренних несущих металлических конструкций зданий и сооружений, изучена их устойчивость.



**Общий вид обработки наружных и внутренних несущих металлоконструкций зданий и сооружений полимерно-композиционными покрытиями.**

В результате экспериментальных испытаний было установлено, что внешний вид полимерных покрытий для наружных и внутренних

поверхностей не изменился. Устойчивость покрытий к атмосферным воздействиям, низким зимним температурам, к различным атмосферным осадкам весной, высоким температурам в первый месяц лета и высокий уровень защиты от химической коррозии были на высоком уровне. На основании этих экспериментов было обнаружено, что с помощью легковоспламеняющихся полимерных композитных покрытий с вспучивающейся поверхностью можно использовать металлические конструкции для защиты от огня, высоких температур и химикатов.

Олигомерные антипиреновые соединения, созданные с целью противопожарной защиты легковоспламеняющихся материалов, содержащих фосфор, азот, бор и металлы, были внедрены успешно в практику на предприятиях по производству текстильных тканей ООО "SVERXBELПРОЕКТ", ООО СП "Cotton Road" и ООО "Шарк текс люкс", а также в ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (регистрационный номер 001/3230 ООО "Шуртанский газохимический комплекс" от 2 июля 2021 года). Эффективность полученного антипирена, на основании экспериментов, такая же, что и у зарубежных аналогов, при этом было установлено, что его экологическая и экономическая эффективность составляет 30-40%.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена технология получения олигомерных антипиренов с использованием азот-, фосфор- и металлсодержащего полифосфата аммония, меламиноформальдегида, борной кислоты и аддуктов на основе мочевины для производства вспучивающихся огнезащитных композитных материалов на основе местного сырья.

2. Рекомендовано определение структуры и свойств полимерных, деревянных, текстильных материалов и огнезащитных вспучивающихся композитных покрытий с использованием современных методов исследования, включая инфракрасную спектроскопию (ИК-спектроскопию), сканирующую электронную микроскопию (СЭМ), термогравиметрию (ТГ) и стандартные методы определения физико-механических, горючих свойств тугоплавких материалов.

3. С целью повышения огнестойкости древесины, текстильных материалов, полимерных материалов и огнезащитных вспучивающихся полимерных композиционных покрытий предложен механизм действия процесса противопожарной защиты азотом, фосфором и металлсодержащими композитами, создающими возможность получения олигомерных антипиренов нового поколения.

4. Изучены горючесть полимерных материалов, потеря массы под воздействием огня, кислородный индекс и физико-механические свойства древесины, текстильных и полимерных материалов обработанных олигомерными антипиренами марок 103, 104, 103-MF, НА-3, А-17 и 36-А, а также огнезащитных вспучивающихся полимерных композитов марок Э-67-1,

Э-67-2 и Э-24. Определено, что по огнезащитным свойствам они относятся к трудновоспламеняющимся материалам, а также на основании экспериментальных опытов определено увеличение кислородного индекса.

5. Для производства легковоспламеняющихся текстильных материалов, в производстве горючих текстильных материалов рекомендовано использовать новые олигомерные антипирены марок 103, 104, 103-МФ, НА-3, А-17 и 36-А, не уступающие зарубежным аналогам. Полученные антипирены по эффективности не уступают зарубежным аналогам и эколого-экономическая эффективность достигает 30-40%.

6. Олигомерные антипирены и композитные огнезащитные покрытия внедрены на опытно-промышленном производстве на базе Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии, а также полученные огнезащитные материалы внедрены на предприятиях по производству текстильных тканей ООО «СВЕРКСБЕЛПРОЕКТ», СП ООО «Соттон Роуд», ООО «Шарк текс люкс» и ООО «Шуртангаз химический комплекс».

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE INSTITUTE OF  
THE NUMBER OF DSc.16 / 30.12.2019.T.87.01 SCIENTIFIC COUNCIL**

---

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY**

**NURKULOV ELDOR NURMUMINOVICH**

**THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR TAKING FIRE-  
RESISTANT MATERIALS ON THE BASIS OF LOCAL-RAW  
MATERIALS, AND THEIR APPLICATION**

**02.00.14 – The technology of organic substances and materials based on them**

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

**Tashkent-2022**

The subject of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2021.2.PhD / T2247.

The dissertation was completed at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology.

The abstract of the dissertation is available in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Academic Council (www.tktiti.uz) and on the information and educational portal "ZiyoNET" (www.ziynet.uz).

**Supervisor:** **Beknazarov Khasan Soyibnazarovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Muhiddinov Bahodir Fakhriiddinovich**  
doctor of chemical sciences, professor

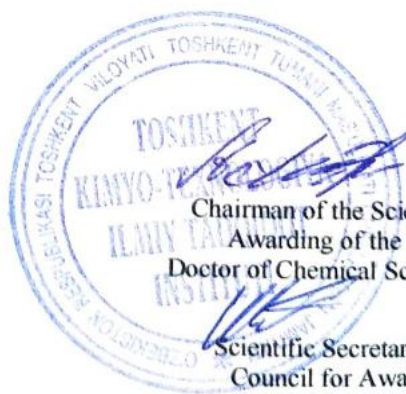
**Muhiddinov Bahodir Fakhriiddinovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Leading Organization:** Bukhara Institute of Engineering and Technology

The defense of the dissertation will be held at the meeting of the Academic Council of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology DsC16/30.12.2019.T.87.01 "12" *12* 2022 at *9:00*. (Address: 111116, Tashkent district Ibrat MFY p / b Shurobozor Tel.: (+ 99871) 199-22-43, fax: (+99870) 965-77-16, e-mail: gup\_tniixt@mail.ru).

The dissertation is available at the Information Resource Center of the Tashkent Research Institute of Chemical Technology. (Registered with the number № *15*). (Address: 111116, Tashkent district Ibrat MFY p / b Shurobozor Tel.: (+ 99871) 199-22-43, fax: (+99870) 965-77-16, e-mail: gup\_tniixt@mail.ru).

The abstract of the dissertation has been distributed on «*28*» *Jan*, 2022 year  
Protocol at the register № *15* deated «*28*» *Jan* 2022 year



**A.T. Dzhaliylov**  
Chairman of the Scientific Council for  
Awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Akademik

**Sh.D. Shirinov**  
Scientific Secretary of the Scientific  
Council for Awarding of scientific  
Degree, PhD tech

**Sh.N. Qiyomov**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding the scientific degress,  
PhD tech.



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work.** Creation of the composition of flammable convex composite materials on the basis of local raw materials, their development of cost-effective and environmentally friendly technology.

**The object of research** oligomeric flame retardants and refractory materials containing phosphorus, nitrogen, boron and metals have been obtained.

**The scientific novelty of the research is:**

there are for the production of flammable convex composite materials on the basis of the local raw materials, new compositions of oligomeric flame retardants were created using nitrogen, phosphorus and metal-containing polyphosphate ammonium, melamine-formaldehyde, melamine boric acid and urea-based adducts;

it was determined that the optimal concentration of treatment with oligomeric flame retardants grades 103, 104, 103-MF, HA-3, A-17 and 36-A, as well as the preparation of fire-retardant intumescent coatings of grades E-67-1, E-67-2 on their basis and E-24, can be up to 15-20% for wood, up to 10-12% for textile materials, up to 25% for fire-resistant intumescent coatings and 30% for polymer materials;

oligomeric flame retardants of brands 103, 104, 103-MF, NA-3, A-17 and 36-A and materials treated with flame retardant coatings of brands E-67-1, E-67-2 and E-24 on the basis of these flame retardants. difficult-to-ignite group I and the passage of heat through flammable convex coatings and the time dependence of these processes on group 4 (60-min);

energy and resource-saving technology for the production of oligomeric flame retardants and convex flammable composite materials have been developed and their economic and environmental efficiency has been determined.

**Implementation of research results.** On the basis of the results of the development of technology for obtaining oligomers of phosphorus, nitrogen, boron and metal groups that increase the flammability of combustible materials:

oligomeric flame retardants and intumescent fire retardant composites containing phosphorus, nitrogen, boron and metals have been successfully introduced at Shurtan Gas Chemical Complex LLC (reference No. 001/3230 dated July 2, 2021, Shurtan Gas Chemical Complex LLC). As a result, it was possible to create an intumescent composite composition based on oligomeric fire retardants containing phosphorus, nitrogen, boron and metal;

the technology of obtaining oligomeric flame retardants and swelling composites containing phosphorus, nitrogen, boron and metals intended for the protection of combustible materials has been successfully introduced by Shurtan Gas Chemical Complex LLC (reference No. 001/3230 dated July 2, 2021, Shurtan Gas Chemical Complex LLC) ... As a result, it became possible to use the local

product as import-substituting high-quality oligomeric flame retardants and intumescent composites.

**The structure and volume of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices, the volume of the dissertation is 115 pages.

# ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

## I бўлим (I часть, I part)

1. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование антикоррозионных свойств фосфор-, азот и металлосодержащего олигомера // Журнал “Композицион материаллар”. Тошкент, 2020. - № 2. –С. 97-99. (02.00.00. №4)

2. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Фосфор, азот, бор ва металл тутган антипиреннинг физик-кимёвий таҳлилларини ўрганиш // Журнал “Композицион материаллар”. Тошкент, 2020. - № 3. –С. 246-249. (02.00.00. №4)

3. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Маҳаллий хомашёлар асосида металл тутган олигомер антипирен синтез қилиш ва хоссаларини ўрганиш // Наманган давлат университети илмий ахборотномаси. 2020. -№3. –С. 99-102. (02.00.00. №18)

4. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Ингибирование сталинефтегазо-выхоборудований иконструкции работающих в агрессивных условиях// Журнал “Композицион материаллар”. Тошкент, 2020. - № 3. –С. 6-9. (02.00.00. №4)

5. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С. Металл таркибли олигомер антипиренлар асосидаги купик ҳосил қилувчи оловбардош копламаларнинг математик модели // Наманган давлат университети илмий ахборотномаси. Наманган, 2020. -№5. –С. 20-23. (02.00.00. №18)

6. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Антипирен для защиты древесины от горения // Universum: Технические науки: электрон. науч. журн. - 2020. №1(70). –С. 71. (02.00.00. №1)

7. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Набиев Д.А. Исследование и применение фосфор, азот, бор и металл содержащих антипиренов для повышения огнестойкости свойств древесины // Universum: Технические науки: электрон. науч. журн. - 2020. №8(77). - Часть 3. –С. 43. (02.00.00. №1)

8. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Абдирахимов Ш.У. Повышение пожарных свойств полиэтилена // Universum: Технические науки: электрон. науч. журн. - 2021. - Часть 4. –С. 74. (02.00.00. №1).

## II бўлим (II часть, II part)

9. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование физико-химических свойств антипирена НВ-6 // Республиканской научно-практической конференции. «Наука и инновации в современных условиях узбекистана» Часть I., -Нукус, 2020 г. –С. 98

10. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Ингибиторы коррозии А-17 в агрессивных средах // Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, Техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва

ривожланиш тенденциялари мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий-техник анжумани материаллари тўплами 1-ТОМ, -Жиззах, 2020 й. –С. 180.

11. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С. Физико-химический анализ металлсодержащего олигомерного антипирена синтезированного на основе местного сырья // Материаль республиканской 13-междисциплинарной дистанционной онлайн конференции на тему "научно-практические исследования в Узбекистане", -Тошкент, 2020. часть-6. –С. 44.

12. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Аллюминоборфосфат таркибли антипиренлар синтез қилиш ва амалиётда қўллаш // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, -Термиз, 2020 й. –С. 67.

13. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Ёғоч материаллари учун азот, фосфор, бор ва металл тутган олигомер антипиреннинг ёнғинбардошлик хоссаларини ўрганиш// «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani, Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti, -Тошкент, 2020 у. –С. 64.

14. Нуркулов Э.Н., Бекназаров., Пахта толали матоларнинг ёнғинбардошлик хоссаларини яхшилаш // “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжуман, -Бухоро, 2020 й. –С. 24.

15. Нуркулов Э.Н., Джалилов А.Т. Азот-, фосфор- ва металл тутган бирикмалар асосида олинган НВ-6 маркали олигомер антипиреннинг хоссалари// III международная конференция-симпозиум. «внедрение достижений науки в практику и устранение в ней деятельности коррупции», -Тошкент, 2019 г. –С. 267.

16. Нуркулов Э.Н., Джалилов А.Т. Металл тутган олигомер антипиренларнинг физик-кимёвий хоссалари// III международная конференция-симпозиум. «внедрение достижений науки в практику и устранение в ней деятельности коррупции», -Тошкент, 2019 г. –С. 270.

17. М.Б Тожидинов., Э.Н Нуркулов., А.Т.Джалилов. Ёғоч конструкциялар учун ёнғинбардош қоплама// Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в сфере охраны окружающей среды. // Сборник научных трудов международной научно-технической on-line конференции, -Ташкент, 2020. –С. 501.

18. Э.Н Нуркулов., Х.С.Бекназаров. Исследование тепло-огнезащитных вспучивающихся покрытий // «Нефть-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Халқаро конференция материаллари, -Тошкент, 2020 й. –С. 316.

19. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Фосфор-, азот-, бор-, металл тутган олигомер антипиренларнинг физик-кимёвий хоссалари// «Нефть-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Халқаро конференция материаллари, -Тошкент, 2020 й. –С. 472.

20. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С. Маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилинган (НВ-6, А-17) органик олигомерларнинг ингибирлаш хоссаларини ўрганиш // «Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари» Халқаро конференция материаллари, - Тошкент, 2020 й. –С. 358.

21. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилинган органик олигомерларнинг ингибирлаш хоссаларини ўрганиш// «Илм-фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг инновацион ривожлантиришдаги замонавий муаммолар» мавзусида халқаро илмий-амалий конференция, -Андижон, 2020 й. –С. 358.

22. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Вохидов Э.А. Фосфор, азот, бор ва металл тутган олигомер антипиренни ёғоч материалларга қўллаш // «Озиқ-овқат, нефтгаз ва кимё саноатини ривожлантиришнинг долзарб муаммоларини ечишнинг инновацион йўллари» международной научно-практической конференции. 1-том, - Бухоро, 2020 й.–С-395

23. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Абдирахимов Ш.У. Фосфор, азот, бор ва металл тутган антипиренни сканерловчи электрон микроскопдаги тасвирининг таҳлили// “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция, -Тошкент, 2021 й. –С. 463.

24. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование свойств металлфосфорсодержащих олигомерных антипиренов // Булатовские чтения Материалы IV Международной научно-практической конференции, - Краснодар, 2020 г. –С. 203.

25. Нуркулов Э.Н., Сиддиков И.И., Бекназаров. Синтез и исследование огнезащитных вспучивающихся покрытий// Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов. Сборник материалов VII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной всемирному дню охраны окружающей среды, Минск УГЗ, -Беларусь, 2020 г. –С. 207.

26. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Повышение огнеупорных свойств полиэтилена// «Фундаментальные науки – специалисту нового времени» (с международным участием), -Иваново, 2021 г. С-93

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида таҳрир қилинди

Босишга рухсат этилди: 28.01.2022 йил.  
Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи: 2.8. Адади 100. Буюртма № 12.  
Тел (99) 832 99 79; (97) 815 44 54.  
Гувоҳнома reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.  
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй