

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

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

БУВАРАИМОВ ЗИЁДУЛЛО КАРИМЖОН ЎҒЛИ

**ПОЛИВИНИЛХЛОРИД ТАРКИБЛАРИ УЧУН ОЛИГОМЕР
АНТИПИРЕНЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2024

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

Бувараимов Зиёдулло Каримжон ўғли

Поливинилхлорид таркиблари учун олигомер антипиренлар олиш
технологиясини ишлаб чиқиш3

Бувараимов Зиёдулло Каримжон угли

Разработка технологии получения олигомерных антипиренов для
поливинилхлоридных композиций.....21

Buvaraimov Ziyodullo Karimjon ugli

Development of technology for obtaining oligomeric flame retardants for polyvinyl
chloride compositions.....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.К/Т.87.01 РАҚАМЛИ ИLMИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

БУВАРАИМОВ ЗИЁДУЛЛО КАРИМЖОН ЎҒЛИ

**ПОЛИВИНИЛХЛОРИД ТАРКИБЛАРИ УЧУН ОЛИГОМЕР
АНТИПИРЕНЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2024

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.3.PhD/Г2770 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Нуркулов Файзулла Нурмуминович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Бекназаров Ҳасан Соийбназарович,
техника фанлари доктори, профессор

Муртазаев Қувондик Мустафаевич,
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.К/Г.87.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2024 йил «21» февраль соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tmkxy@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 2024/09 рақами билан рўйхатга олинган Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tmkxy@mail.ru, TKTITI@exat.uz)

Диссертация автореферати 2024 йил «8» февраль куни тарқатилди
(2024 йил «1» февральдаги №2024/09 рақамли реестр баённомаси)



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

Киёмов Ш.Н.
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби,
т ф PhD., к и х

Бекназаров Х.С.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, т ф д , проф

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда сўнги йилларда содир бўлаётган ёнғинларни 30% электр кабелларда юзага келадиган қисқа туташувлар, авария ҳолатлари натижасида бино ва иншоотлардан фойдаланиб бўлмас ҳолатга келади. Электр кабеллар асосини ташкил этувчи поливинилхлорид полимерларни ёнғинбардошлигини ошириш мақсадида антипиренлар билан ишлов берилади. Поливинилхлорид асосидаги кабел материалларига бундай ишлов бериш 2022 йилда 5,7% га ошди. Электр кабеллари ва полимер қопламаларни ёнғинбардошлигини ошириш ва уларни реологик, физик-механик хусусиятларни яхшилаш учун олигомер антипиренларни ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда поливинилхлорид полимерлари асосидаги кабелларини ёнувчанлигини камайтириш учун олигомер антипиренларни тадқиқ этиш, олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, полимер материалларни оловбардошлигини ошириш мақсадида таркибида металл бўлган олигомер антипиренларнинг оптимал таркибини ва физик кимёвий хоссаларини аниқлаш, полимерлар билан антипиренларни модификациялашнинг таъсир механизмини ўрганиш алоҳида аҳамият касб этади.

Республикамизда замонавий технологиялар асосида кенг ривожланаётган полимер материаллар асосидаги электр кабелларни оловбардош хоссаларни ошириш мақсадида, иқтисодий ва экологик самарадор олигомер антипиренлар олиш ва улар ёрдамида оловбардош электр кабелларни ишлаб чиқариш бўйича муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида “ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлайдиган маҳсулот ва технологияларнинг тубдан янги турларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш”¹ га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб таркибида металл бўлган олигомер антипиренларни олиш технологиялари ишлаб чиқилган. Бу эса полимер материалларни оловбардошлигини оширишда муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори кўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2021 йил 13 февралдаги ПҚ-4992-сон ва “Республикада ишлаб чиқаришни ривожлантириш ва саноат кооперациясини кенгайтиришнинг самарали тизимини яратиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2022 йил 24 январдаги ПҚ-99-сон қарорлари ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

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. Ўзбекистон Республикаси ва хорижда сўнги йилларда оловбардош полимер материалларни янги авлодини яратишда бир қатор олимлар томонидан илмий тадқиқот ишлари олиб борилган. Оловбардош полимер материалларни синтез қилиш ва қўллаш технологиясини яратиш бўйича хорижий олимлар Weiguang An, O.H. Микрюкова, А.К.Микитаев, F. Laoutid, Ю.Л.Морозов, А.Я. Корольченко, Р.Р.Хашхожева, К.Л. Кузнецов, В.А. Куимов, Elena Niu, Le Zhang, Jianchang Li, Xuejia Ding, J. Chilton, E. Kandare, E.D. Weil, D.B. Ajgaonkar, A.N. Netravali, X. Huang, Maotao Wang, Xinyue Liu, Shasha Li ва бошқалар томонидан ушбу масалалар юзасидан илмий-тадқиқотлар олиб борилган.

Республикамизда оловбардош полимер материалларни яратиш мақсадида антипиренлар олиш ва уларни қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш, структураси ва хусусиятларни яхшилаш, иқтисодий ва экологик самарадор технологияларини ишлаб чиқиш каби масалаларини ўрганишда бир қатор илмий тадқиқотлар олиб борилган. Мазкур соҳа А.Т.Джалилов, Н.А. Самигов, А.С. Рафиков, Ф.А.Магруппов, А.Б.Жураев, Б.Ф. Мухиддинов, Ф.Н. Нурқулов, Б.А. Мухамедғалиев, И.И. Сиддиқов, Х.С. Бекназаров, М.Мухамедиев, ва бошқаларнинг турли йилларда олиб борган изланишлари асосида ривожланиб бормоқда. Полимер материалларни оловдан ҳимояловчи кимёвий таркибларни янги намуналари яратилиб, оловбардош полимер материалларни физик-кимёвий ва механик хоссалари ўрганилган. Аммо, полимер материалларни оловбардош хусусиятларини оширувчи антипиренлар билан модификациялашнинг замонавий усулларини ҳамда иқтисодий самарадор технологияларни такомиллаштириш асосий муаммолардан биридир.

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 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. поливинилхлорид кабел қопламаларини маҳаллий хомашёлар асосида олинган полифункционал антипиренлар билан ёнғиндан ҳимоялашнинг самарадор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

меламин, полифосфат аммоний, алюминий, магний ва рух сақлаган полифосфат каби кимёвий бирикмалардан олигомер антипиренлар олиш; олинган антипиренларни пластификатланган поливинилхлорид

асосидаги полимер материалларига қўллашнинг оптимал нисбатларини аниқлаш ва хоссаларини тадқиқ этиш;

антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни физик-кимёвий, механик ҳамда оловбардошлик хоссаларни аниқлаш;

поливинилхлорид полимерларни оловбардошлигини яхшилаш учун антипиренлар олишнинг экологик тоза иқтисодий самарадор технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлар ва оловбардош поливинилхлорид полимер материаллари олинган.

Тадқиқотнинг предмети таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлар билан пластификатланган поливинилхлорид полимерларни модификациялаш асосида олинган оловбардош полимер материалларнинг физик-кимёвий, механик ва техник-иқтисодий омиллари ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлари ҳамда оловбардош полимер материалларнинг хусусиятларни тадқиқ этишда инфрақизил (ИК), сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ) ва термогравиметрик (ТГ) таҳлил усуллари ҳамда оловбардош материалларнинг физик-механик, оловбардош хусусиятларини аниқлашнинг стандарт усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

меламин, полифосфат аммоний, алюминий, магний ва рух сақлаган полифосфат аммоний каби кимёвий бирикмаларни олигомерлаш асосида пластификатланган поливинилхлорид полимер материалларни оловбардошлигини оширувчи олигомер антипиренлар олинган;

таркибида фосфор, азот, алюминий, магний ва рух бўлган олигомер антипиренлар олиш жараёнининг оптимал шароитларлари ишлаб чиқилган;

олинган олигомер антипиренлар билан пластификатланган поливинилхлорид асосидаги полимер материалларини 140-160°C ҳароратларда модификациялашнинг оптимал нисбатлари ҳамда термик барқарорлиги 480°C ҳароратда 50% масса йўқотишга яхшиланганлиги исботланган;

таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлар билан модификацияланган полимер материалларни кислород индексини (КИ%) 24% дан 38,7% гача ошиши аниқланган;

олигомер антипиренларни олиш технологияси ва ташкилот стандарти ишлаб чиқилган ҳамда кенг қўлланилаётган аналогларга нисбатан иқтисодий самарадорлик 18,3% га юқори эканлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

таркибида фосфор, азот, алюминий, магний ва рух бўлган олигомер антипиренларни янги таркиблари ишлаб чиқилган ва уларни қўллашнинг оптимал нисбатлари аниқланган;

антипиренлар билан пластификатланган поливинилхлорид асосидаги

полимер материалларини модификациялашнинг 5% дан 30% гача бўлган оптимал нисбатлари ҳамда уларнинг физик-механик хоссалари яхшиланганлиги аниқланган;

олигомер антипиренларни олиш технологияси ва ташкилот стандарти ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Олинган материалларнинг идентификациясига асосланган хулосалар ва тавсиялар юқори информацион, замонавий физик-кимёвий, механик усуллардан (ИҚ, СЭМ ва 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 шундан иборатки, олигомер антипиренлар билан пластификатланган поливинилхлорид асосидаги полимер материалларини модификациялаш натижасида полимерларни оловбардошлиги ва ҳароратга барқарорлигини оширишнинг назарий асосланганлиги, таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренларни полифункционал хусусиятлари аниқланди. Олигомер антипиренлар ва улар асосида модификацияланган полимер материалларни физик-кимёвий хоссалари ва таъсир этиш механизмларини такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти – таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренларни олиш ҳамда полимер материаллари билан модификациялашнинг оптимал нисбатлари ва оловбардошлигини оширишнинг самарадор технологияси ҳамда ташкилот стандарти ишлаб чиқилганлиги шунингдек ёнғинлар тарқалишини дастлабки ривожланишини чеклашга асосий омил бўлиб хизмат қилувчи антипирен таркибларни амалиётга жорий қилишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.

Поливинилхлорид таркиблари учун олигомер антипиренлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

олигомер антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлорид таркиблари “SEVEN SYSTEMS” МЧЖ ва “STATERM” МЧЖ корхоналарида оловбардош материаллар ишлаб чиқаришда амалиётга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2023 йил 25 апрелдаги 6/4/38-1201-сон ва Фарғона нефтни қайта ишлаб чиқариш заводининг 2023 йил 18 май кундаги 01-09/1176-сон маълумотномалари). Натижада, полимер материаллари учун полифункционал хусусиятга эга олигомер антипиренлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш имконини берган;

ПВХ-МП-А1 русумли олигомер антипирен билан модификацияланган поливинилхлорид композициялари “STATERM” МЧЖ корхонасида

оловбардош полимер деталлар олишда амалиётга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2023 йил 25 апрелдаги 6/4/38-1201-сон маълумотномаси). Натижада, олигомер антипиренларни олиш технологияси ва ташкилот стандарти ишлаб чиқилган ҳамда иқтисодий самарадорликни ўртача 18,3% га ошириш имконини берган. **Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация ишининг асосий натижалари 2 та халқаро ва 3 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 10 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан 3 таси республика, 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертация таркиби ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 109 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

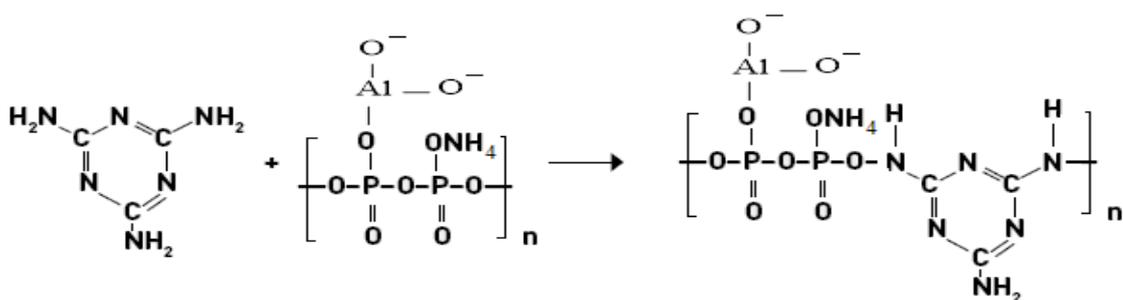
Кириш қисмида мавзунинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети, ўрганилганлик даражаси, тадқиқотнинг усуллари тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг 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 **“Замонавий оловбардош поливинилхлорид таркибларни ишлаб чиқарилиши ва қўлланилиши”** деб номланган биринчи бобида диссертация мавзуси билан боғлиқ бўлган антипиренлар таркиби, тузилиши ҳамда замонавий оловбардош кабел саноати учун поливинилхлорид таркиблари, кабел ишлаб чиқаришда қўлланиладиган компонентлар поливинилхлориднинг физик ва кимёвий хоссаларига таъсири ҳамда полимер материалларнинг ёниш жараёнлари ҳамда дунё ва Республикамизда қўлланилишининг қисқача таснифи, бўйича илмий изланишлар муҳокама этилган ҳамда ушбу боб бўйича хулоса келтирилган.

Диссертациянинг **“Таркибида металл ва фосфор сақлаган антипиренларни олиш ҳамда физик-кимёвий хоссаларни ўрганиш”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқотда қўлланиладиган кимёвий моддаларнинг хусусиятлари, тадқиқот усуллари ҳамда янги таркибли олигомер антипиренлар асосидаги меламина полифосфат асосида ПВХ-М маркали антипирен, меламина полифосфат-алюминий асосида ПВХ-МП-А1

маркали антипирен, меламина полифосфат-магний асосида ПВХ-МП-Mg маркали антипирен ҳамда меламина полифосфат-рух асосида ПВХ-МП-Zn маркали антипиренлардан иборат кимёвий таркибларнинг физик-кимёвий хоссаларни тадқиқ этилган ҳамда ушбу боб бўйича хулоса келтирилган.

ПВХ-МП-Al маркали антипирени олишнинг лаборатория амалий тажрибалари ўтказилди. Синов тажрибалар жараёнида 250 мл стаканга 100 г полифосфат аммонийни муҳити pH 4-5 қийматга эга бўлгунча 150-220°C ҳароратда қиздирилиб сўнгра унга нам ҳолдаги 2 г алюминий оксиди аралашмаси солинди ва бир хил дисперсия ҳосил бўлгунча аралаштирилди. Натижада полифосфат аммонийнинг алюминийли сақлаган бирикмалари ҳосил бўлди. Ушбу алюминий сақлаган аммоний полифосфатларга доимий аралаштириш билан 100 г меламина 230-280 °C ҳароратда 1-1,5 соат давомида аралаштирилган ҳолатда реакция олиб борилди. Шундан сўнг реакция аралашмаси узлуксиз аралаштирилиб, аралашманинг ҳарорати 280°C гача ва ярим соат давомида ушлаб турилди. Олинган аралашма маҳсулот хона ҳароратига қадар совутилди. Олинган антипиреннинг унуми 83% ва олинган аралашманинг муҳити ўрганилганда pH 6-7 эканлиги аниқланди. Реакция тенгламаси 1-расмда кўрсатилган.



Шу билан бирга, амалий тажрибалар давомида олинган ПВХ-МП-Al маркали антипирен композициянинг физик-кимёвий хусусиятлари тадқиқ этилди (1-жадвал).

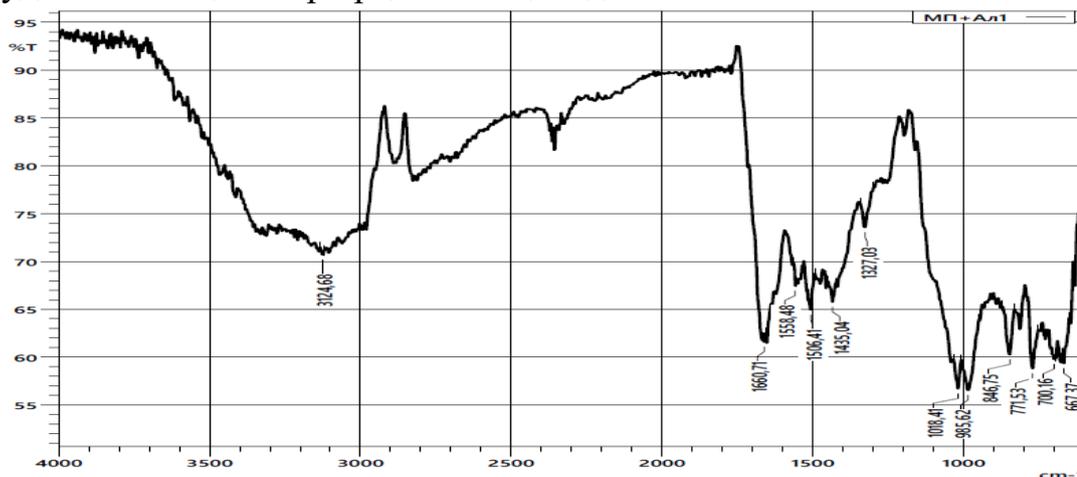
1-жадвал

ПВХ-МП-Al маркали антипирен композициянинг физик-кимёвий тавсифи

т/р	Кўрсаткичлари	Изоҳ
1	Ташқи кўриниши	Сариқ-жигар ранг, қалин, ёпишқоқ модда.
2	Ph	6-7
3	зичлиги (25°C), г/см ³	1,2
4	Унуми, %	83
5	Эрувчанлиги	Сувда эримайди

Шунингдек, ПВХ-МП-Al маркали композицияси мавжуд таркибини ўргани мақсадида ИҚ спектри кўрсаткичлари таҳлил қилинди (1-расм). Меламина - полифосфат аммонийни алюминий бирикмасини асосидаги ПВХ-МП-Al маркали антипиреннинг ИҚ-спектроскопиясини характерловчи асосий боғлар қўйдагиларни ташкил этади. Меламина – полифосфат аммонийнинг ИҚ-спектроскопиясида асосан фосфор ва азот гуруҳларни ҳосил қилган боғларни таҳлил қилиш мумкин. 1018 - 1250 см⁻¹ да P=O боғлар

мавжудлиги ҳамда 1018 см^{-1} да Р-О- боғларни мавжудлигини таҳлил қилиш мумкин. Шу билан бирга $846 - 985\text{ см}^{-1}$ Р-О-Р боғлар антипирен таркибида мавжудлигини таҳлиллар орқали аниқланди.



1-расм. PVX-MP-Al маркали композициясининг ИҚ спектри.

Бундан ташқари полфосфат аммонийни алюминийли бирикмаси билан меламина ҳосил қилган характерловчи боғлари сифатида $3470 - 3000,86\text{ см}^{-1}$ ютилиш соҳасида $-\text{NH}_2$ боғлар ва аммоний полифосфат алюминийга боғлиқ бўлган $3124,68\text{ см}^{-1}$ ютилиш чизиқларида $-\text{NH}_4$ аммоний гуруҳига хос бўлган боғлар билан ўзаро битта кенг соҳада ютилиш берганлиги аниқланди.

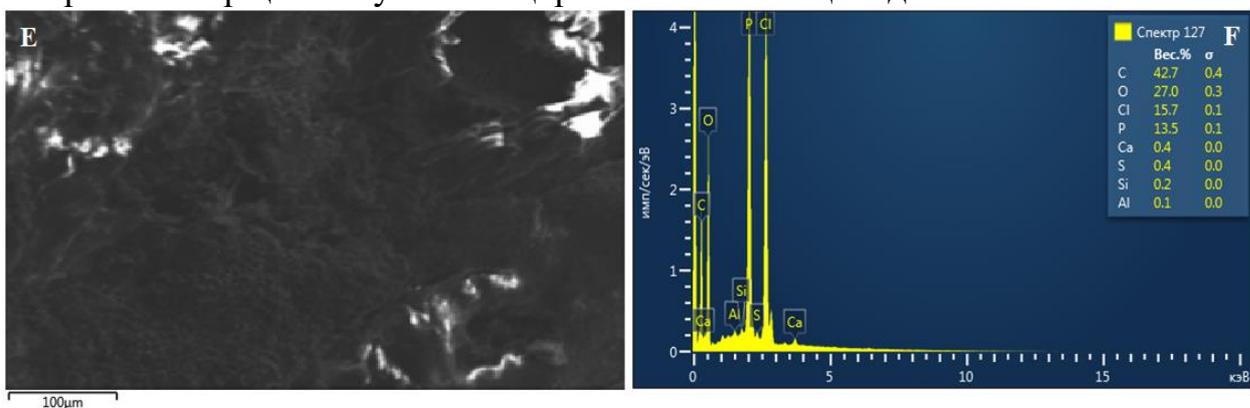
Таклиф этилаётган антипиренда $771,3\text{ см}^{-1}$ ютилиш соҳаларида меламина таркибидаги боғларни характерловчи гуруҳлар C-H/ NH_2 ва $1506 - 1660\text{ см}^{-1}$ соҳаларида C=N боғлари мавжудлиги аниқланди. Бундан ташқари антипирен таркибида металл гуруҳларни жойлашишига билан $660 - 770\text{ см}^{-1}$ соҳаларда ютилиш бериши аниқланган. Шундай қилиб меламина – полифосфат аммоний олигомерлари асосидаги антипиренлар олинди. Тадқиқ этилган намунадаги ИҚ спектроскопияси таҳлили анологлар билан солиштирилганда характерли боғлар бир бирига яқинлиги аниқланди.

Диссертациянинг “**Антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлорид композицияларни кўллаш ва уларни физик-механик хусусиятларни тадқиқ этиш**” деб номланган учинчи бобида антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни хусусиятлари, таҳлил қилинган. Асосини фосфор сақлаган бирикмалар ташкил қилувчи PVX-M, PVX-MP-Al, PVX-MP-Mg ва PVX-MP-Zn маркали антипиренлар олинган. Ушбу олинган антипиренлар тадқиқотчи томонидан айрим мақолаларда PVX-MP-Al (PVX-K.), PVX-MP-Mg (PVX-F) ва PVX-MP-Zn (PVX-KP) маркалар билан ҳам айрим чоп этилган мақолаларда белгиланган. Олигомер антипиренларни ПВХ полимер материаллари таркибига 5-30% гача киритиш орқали материалларни оловбардошлиги оширилган ва ушбу полимерларни сканерли электрон- микроскоп ва элемент анализи ёрдамида полимер композит материаллар юзасига тарқалишини аниқлаш имконияти мавжуд бўлди. Ушбу синов тажрибаларда намуналар юзаси 5 нм қалинликда махсус усуллар ёрдамида олтин кукуни QUORUM Q150 RS қурилмаси ёрдами билан қопланди. Таклиф этилаётган 6 та намунадаги (PVX-M, PVX-MP-Al, PVX-

МП-Mg ва PVX-МП-Zn марка) олигомер антипиренларни ПВХ юзасига тарқалиши бўйича олинган натижаларни таҳлиллари алоҳида кўриб чиқилди. PVX-M маркали олигомер антипиренлар билан ПВХ полимерларни модификациялаб уларнинг юзасида заррачаларни бир хилда тарқалганлиги ҳамда чўкиши кузатилмаганлигини морфологик тузилиши ўрганилди.

Тадқиқотларга асосан PVX-M маркали олигомер антипиренлар билан ПВХ полимерларни турли миқдорда модификациялаб ҳосил бўлган аралашмаларни иссиқлик таъсири ўрганилди. Тадқиқотлардан ҳамда адабиётлардан маълумки ПВХ таркибидаги хлор иссиқлик таъсир этиши натижасида ажралиб чиқиши тадқиқ этилган. Ушбу антипиренлар билан турли нисбатларда (10%, 15% ва 20%) модификацияланган ПВХни 160 °C ҳароратгача ишлов берилиб СЭМ анализларда полимер юзасидаги пуфакчалар ва микрооваклар ҳосил бўлиши аниқланди. PVX-M маркали олигомер антипиренлар билан ПВХ полимерларни турли миқдорда модификациялаб ҳосил бўлган аралашмалар қўшилиши снергетик таъсирга эга бўлиб полимер материални юзасига моддаларни бир хилда тарқалганлигини англатади.

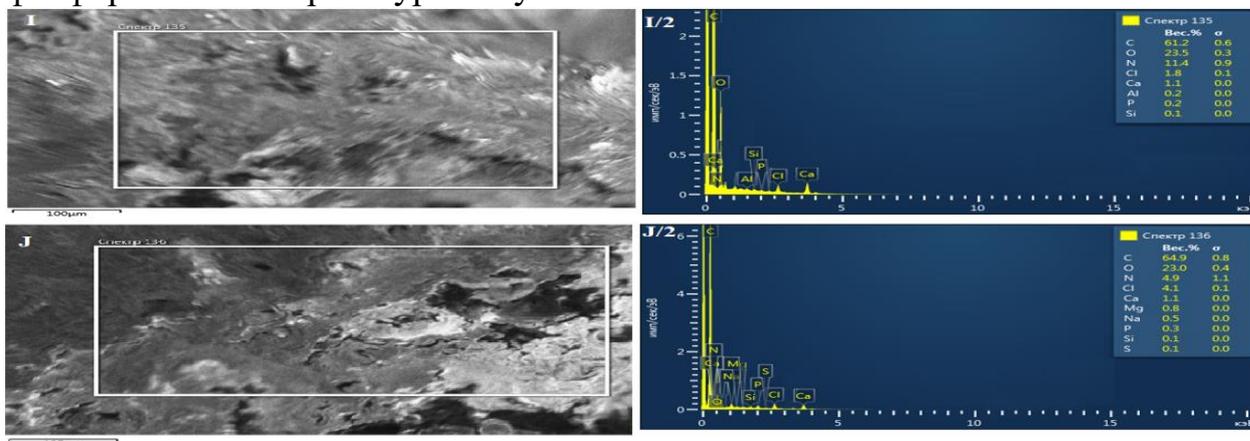
PVX-МП-Al маркали олигомер антипиренлар билан ПВХ полимерларни турли миқдорда модификациялаб ҳосил бўлган аралашмаларни иссиқлик таъсири ўрганилди. Ушбу антипиренлар билан турли нисбатларда (10%, 15% ва 20%) модификацияланган ПВХни 160 °C ҳароратгача ишлов берилиб СЭМ анализларда полимер юзасидаги пуфакчалар ва микрооваклар ҳосил бўлиши аниқланди. Шунингдек, PVX-МП-Al маркали олигомер антипиренлар билан ПВХ полимерларни турли миқдорда модификациялаб ҳосил бўлган аралашмалар қўшилиши снергетик таъсирга эга бўлиб полимер материални юзасига моддаларни бир хилда тарқалганлигини англатади. PVX-МП-Al маркали олигомер антипиренларни миқдори ошиб бориши билан ҳарорат таъсирида ПВХ таркибидаги хлор газларни ажралиши камайганлигини яъни пуфакчалар ва микрооваклар ҳосил бўлиши камайиб борганлигини кузатишимиз мумкин. Ушбу 2-расмда пуфакчалар ва микрооваклар ҳосил бўлиши юқори эканлиги аниқланди.



2-расм. PVX-МП-Al маркали олигомер антипиренлар билан турли нисбатларда (10%) модификацияланган ПВХ аралашмаларни СЭМ (E) ва (F) элемент анализ таҳлили

Юқоридаги 2-расмда келтирилган сканерли электрон микроскоп таҳлилларида антипиренни полимер материаллари билан бирга композит бирикмалар ҳосил бўлганлигини тушуниш мумкин. Полимер юзасида фосфор, азот, металл оксиди ва кремний сақлаган бирикмалар бир хил тарқалганлиги снергетик хусусиятидан далолат беради.

PVX-МП-Al ва PVX-МП-Mg маркалари асосидаги олигомер антипиренларни ПВХ асосидаги полимер материалларни (3-расмда) ҳосил қилган композитларни аралашмаларни таркибидаги заррачаларни жойлашишини аниқ кўриш мумкин. Ушбу антипиренлар билан турли нисбатларда (20%) модификацияланган ПВХни 110-160 °C ҳароратгача ишлов берилиб СЭМ анализларда полимер материалларни таркибидаги магний ва алюминий элементлари умумий массага нисбатан 5% дан кўп бўлганлиги сабабли элемент анализда аниқлаш имконига эга бўлдиқ. PVX-МП-Al ва PVX-МП-Mg маркалар асосидаги олигомер антипиренларни миқдори ошиб бориши билан ҳарорат таъсирида ПВХ таркибидаги хлор газларни ажралиши камайганлигини яъни пуфакчалар ва микроғоваклар ҳосил бўлиши камайиб борганлигини кўзатишимиз мумкин. PVX-МП-Al ва PVX-МП-Mg маркалар асосидаги антипиренлар билан модификацияланган ПВХ полимер метарилларни юзасида элементлар аралашмасини аниқлаш мақсадида элемент таҳлили ўтказилди. Элимент таҳлили ўрганилганда полимерга тегишли углерод, кислород, хлор ва антипирен таркибидаги азот, фосфор ва металлларни кўриш мумкин.

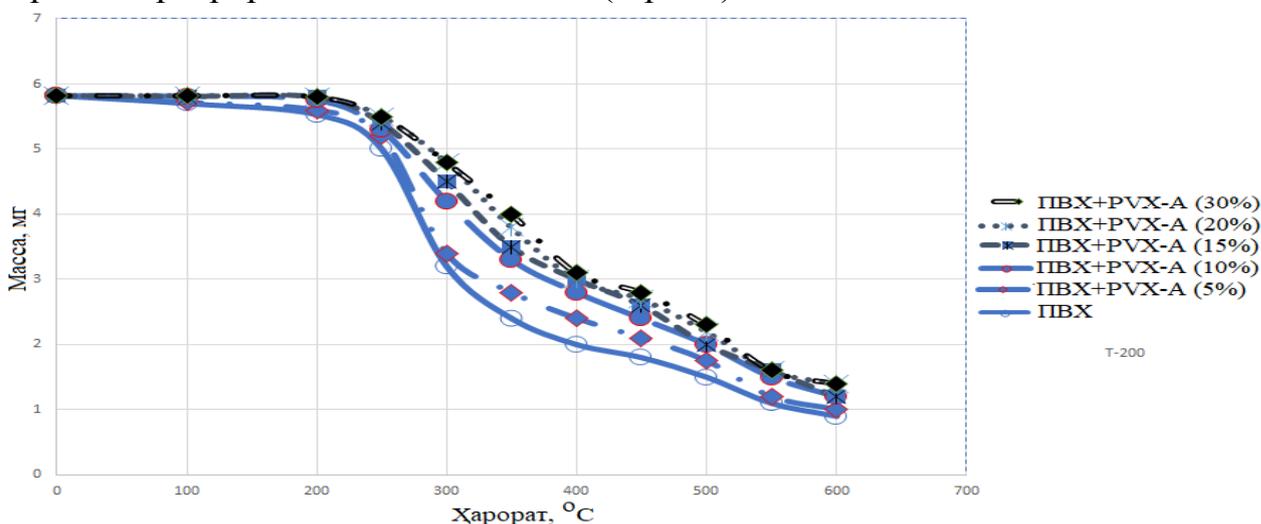


3-расм. PVX-МП-Al (I : I/1) ва PVX-МП-Mg (J : J/1) маркалар асосидаги олигомер антипиренлар билан турли нисбатларда (20%) модификацияланган ПВХ аралашмаларни СЭМ ва элемент анализ таҳлили.

Янги турдаги PVX-M, PVX-МП-Al, PVX-МП-Mg ва PVX-МП-Zn маркали олигомер антипиренларни ПВХ полимер материаллари билан ҳосил қилган композитларни СЭМ анализи тасвирлардан антипирен билан ишлов берилган полимер намуналари юзасида бир хилда тарқалганини кўриш мумкин. Янги турдаги экологик тоза антипиренлар билан полмерларга ишлов берилганда, ПВХ асосидаги полмерларни хоссаларини ва оловбардошлик хусусиятларни яхшиланиши аниқланди.

Таклиф этилаётган антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни дифференциал-термогравиметрик таҳлиллари ўрганилган, антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни оловбардош хусусиятлари, оловбардош поливинилхлорид асосидаги полимер композитларни кимёвий моддаларга барқарорлиги, ва антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни термомеханик хусусиятларини тадқиқ этиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган ҳамда хулоса қилинган.

ПВХдан иборат бўлган полимер композит материаллар ишлаб чиқариш жараёнининг арзонлиги ва қўлланилиш соҳасининг кенглиги сабабдан истиқболли ҳисобланади. Ушбу маълумотларни инобатга олган ҳолда пластификатланган ПВХни оловбардошлигини ошириш ва уни кабел ҳамда кабел қопламалари сифатида қўллашни таклиф этиш мақсадида синтез қилинган PVX-M, PVX-MP-Al, PVX-MP-Mg, PVX-MP-Zn, PVX-B ва PVX-A маркали олигомер антипиренлар билан модификациялаш ҳамда уларни термик барқарорлиги тадқиқ этилган (4-расм).



4-расм. Олигомер антипиренларнинг термик барқарорлиги таҳлили.

Пластификатланган поливинилхлорид (ПВХ) намуналари учун олинган дифференциал-термогравиметрик таҳлиллари амалга оширилиб унинг масса йўқотиши ва термик барқарорлиги ўрганилди. Пластификатланган ПВХ полимер намунасининг термогравиметрик анализ эгри чизиғи (ТГ) таҳлили асосан учта асосий интенсив парчаланадиган ҳароратлар оралиғида амалга ошади. Ҳарорат таъсирида ПВХ намунасини биринчи масса йўқотиши 140-147 °C ҳароратлар оралиғига тўғри келади ва масса йўқотиши 8-10% ни ташкил этади. Иккинчи масса йўқотиши эса 150-270 °C ҳароратлар оралиғида эндотермик ва экзотермик жараёнлар содир бўлиши билан иссиқлик ПВХ намунасига таъсир этиши натижасида 50% гача масса йўқотилишига олиб келди. Пластификатланган ПВХни термик парчаланишининг учинчи босқичи 285-600 °C ҳароратларни ўз ичига олади ва ПВХ намунасини тўлиқ парчаланишига олиб келди.

PVX-A маркали антипиренларни 5-30% миқдорда ПВХ билан модификацияланганда ушбу полимер материалларни термик барқарорлиги

ошиб бориш кўзатилган бўлиб 3-расмда ДТГ таҳлили орқали 270°C дан 330 °C гача ҳароратга экзотермик ва эндотермик жараёнларни кузатилган. Яъни ПВХни антипиренлар билан модификациялангандан сўнгра унинг парчаланиш ҳарорати антипирен миқдорини ошириши билан ошиб борганлиги таҳлил қилинди. ДТА ва ТГ таҳлиллари натижасида олинган натижаларга асосланиб, жараённинг турли ҳарорат оралиғи учун кинетик параметрлар аниқланди. Унинг афзаллиги 100°C дан 600°C гача бўлган ҳарорат оралиғидаги жараёнларни кинетикаси бўйича олинган экспериментал маълумотлар асосида антипиренларни 5-30 % гача бўлган намуналарни термик-оксидланиш деградациясининг хусусиятлари ўрганилди.

Замонавий кабел ишлаб чиқарувчилар учун талаб юқори бўлган оловбардош ПВХни турли маркаларни олишда таклиф этилаётган антипиренлар ўзининг синергик таъсири полимер билан яхши модификацияланиши унинг хоссаларга салбий таъсири йўқлиги унинг самарадорлигини оширади.

Антипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридни оловбардош хусусиятлари тадқиқ этиш.

Дунё миқёсида полимер материаллар ишлаб чиқариш бир неча юзлаб миллион тоннани ташкил этади ва ушбу полимерларни физик-кимёвий ҳамда механик хоссаларни яхшилаш мақсадида қўшиладиган модификаторларга бўлган талаб йилдан йилга ошиб бориши тахминан 5% ни ташкил қилмоқда.

Поливинилхлоридга (ПВХ) қўлланиладиган пластификаторлар полимер материал массасига нисбатан 50% дан ортиғини ташкил қилади ва натижада оловни тўхтатувчи моддаларга бўлган талабни ошиб боришига сабаб бўлади. Европада атроф-муҳитни ва инсонлар саломатлигини химоялаш мақсадида замонавий усуллардан фойдаланиб полимер материалларга икки тоифадаги қўшимчалар ишлаб чиқариш яъни пластификаторлар ҳамда антипиренлар жами полимер композитларни 75% дан ортиғини ташкил қилади.

Ушбу полимер материалларни пластификаторлар ва оловдан химояловчи антипиренлар атроф-муҳитни ва инсонлар саломатлигини химоялаши, салбий таъсир кўрсатиши бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда ҳамда жаҳон талаблари даражасидаги стандартлар ишлаб чиқилган.



5-расм. ГОСТ 12.1.044-89 бўйича снов тажриба жараёни

Поливинилхлорид (ПВХ) асосидаги полимерлар органик эритувчиларда яхши эриши билан бирга ушбу полимерларни композитлари юқори даражадаги кимёвий моддаларга барқарорлиги ва ҳарорат таъсирига

чидамлилиги билан бошқа аналоглардан фарқ қилади. ПВХ полимер композитлар қурилиш саноатида электрокабел тармоқлари, герметик ва елимлар, коррозияга барқарор бўлган қопламалар ҳамда ёнғиндан ҳимояловчи қопламалар сифатида ишлаб чиқарилади.

ПВХ полимер композитлар турли кимёвий моддалар таъсирига барқарорлиги жиҳатдан энг яхши полимер композитлар ҳисобланади. Улар нафақат ҳарорат ва оловбардошлиги, балки ташқи, об-ҳавога ва радиацияга барқарорлиги юқори бўлган полимерлар ҳисобланади.

Таклиф қилинаётган оловбардош ПВХ полимерлар билан антипиренларни модификациялаш орқали олинган материалларни кислород индекси (КИ)-кислород-азот аралашмасидаги кислороднинг минимал миқдори бўлиб, махсус лаборатория шароитида материаллар шағамга ўхшаш ёнади. КИ қиймати ёнувчанлиги паст бўлган полимер композицияларини ишлаб чиқишда ва полимер материалларининг ёнувчанлигини назорат қилишда қўлланилади.

2-жадвал

Олигомер антипиренлар билан модификацияланган ПВХни кислород индекси таъсири (ГОСТ-12.1.044-89)

Олигомер антипирен маркаси	Олигомер антипирен концентрацияси, %	Кислородли индекс, %
		Платификатланган ПВХ
-	-	24-25
PVX-M	5	26,8
	10	29,3
	15	30,5
	20	31,7
	30	32,0
PVX-MП-Al	5	28,2
	10	30,5
	15	34,7
	20	36,5
	30	37,2
PVX-MП-Mg	5	27,5
	10	31,6
	15	34,4
	20	36,5
	30	38,7
PVX-MП-Zn	5	27,4
	10	29,3
	15	32,5
	20	34,8
	30	35,6

Кислородли индекс кўрсаткичини аниқлашнинг экспериментал усули ГОСТ 12.1.044-89 бўйича, кислород-азот аралашмаси оқимида кислороднинг минимал концентрациясини топишдан иборат бўлиб, бунда вертикал жойлашган намунанинг ўз-ўзидан ёниши кузатилади. Таркибида металл сақлаган юқори самарали ёнғинбардош хусусиятга эга бўлган антипиренлар

олинган бўлиб, ушбу антипиренларни ПВХ полимер материалларга таъсири ва уларни ёнғинбардошлигини ошириш механизмлари ўрганилди.

Ушбу тадқиқот ишимизда антипиренларни турли нисбатларда ПВХ билан модификациялари олиниб, уларнинг КИ кўрсаткичлари аниқланилди. Тажриба натижасида олинган маълумотларга қараганда, пластификатланган ПВХ таркибига 10 ва 30 % миқдорда антипирен билан модификацияланган ва унинг КИ кўрсаткичи 25 дан 38,7% гача ортиб бориши аниқланган. (2-жадвал).

Ушбу олинган натижалар атроф-муҳитни ҳимоялашда катта самарадорликга эга антипиренларни полимерлар билан модификацияланиши уларнинг кислород индексини сезиларли даражада оширади ва оловбардош қурилиш материалларни ишлаб чиқариш имкониятини яратади.

Диссертациянинг **“Олигомер антипиренлар олиш ва уларни технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда техник-иқтисодий самарадорлиги”** деб номланган тўртинчи бобида меламин полифосфат-алюминий асосида ПВХ-МП-А1 маркали антипиренларни олиш технологияси ишлаб чиқилган.

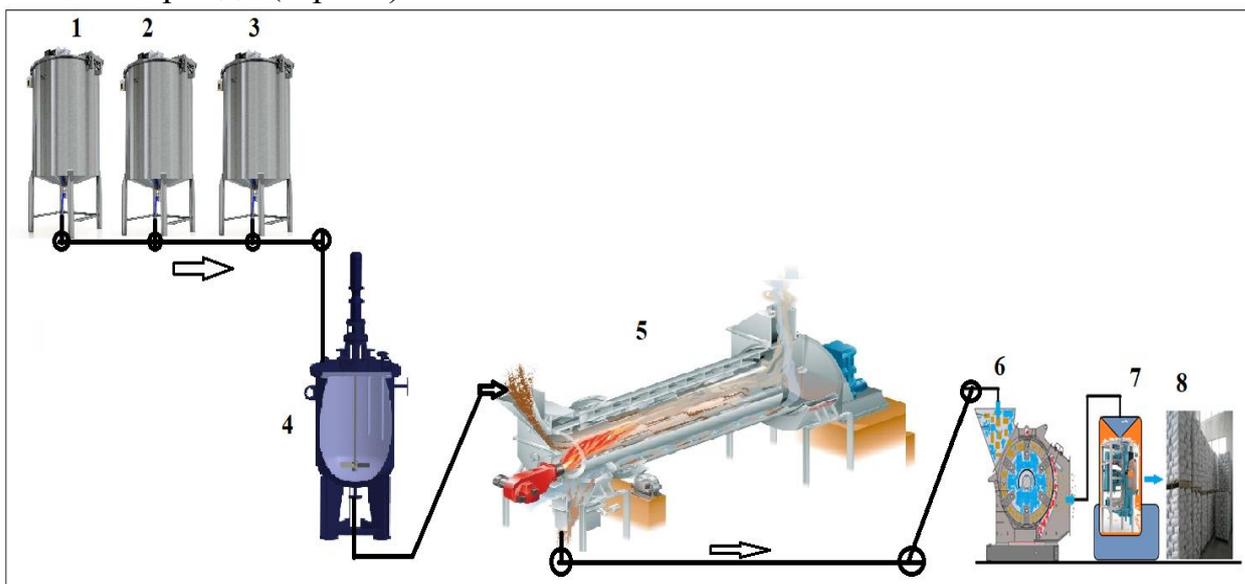
Меламин ва полифосфат алюминий асосидаги ПВХ-МП-А1 маркали антипирени олишда. Ушбу антипиренлар ПВХ-МП-А1 марка билан белгиланди. Реакция жараёни металл сақлаган полифосфат аммоний билан меламинни модификациялашда уларни турли нисбатларда амалга оширилган тажрибаларга асосланган бўлиб Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтида лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида олинган.

Оловбардош ПВХни олишда асосий таклиф этилган модификаторлар ПВХ-МП-А1 маркали антипиренлар бўлиб ушбу қўшимчаларни олишнинг технологик жараёнлари қўйидагича амалга оширилади.

Синов тажрибалар жараёнида 250 мл стаканга 100 г полифосфат аммонийни муҳити рН 4-5 қийматга эга бўлгунча 150-220 °С ҳароратда қиздирилиб сўнгра унга нам ҳолдаги 2 г алюминий оксиди аралашмаси солинди ва бир хил дисперсия ҳосил бўлгунча аралаштирилди. Натижада полифосфат аммонийнинг алюминийли сақлаган бирикмалари ҳосил бўлди. Ушбу алюминий сақлаган аммоний полифосфатларга доимий аралаштириш билан 100 г меламин 230-280 °С ҳароратда 1-1,5 соат давомида аралаштирилган ҳолатда реакция олиб борилди. Шундан сўнг реакция аралашмаси узлуксиз аралаштирилиб, аралашманинг ҳарорати 280°С гача ва ярим соат давомида ушлаб турилди. Олинган аралашма маҳсулот хона ҳароратига қадар совутилди. Олинган антипиреннинг унуми 83% ва олинган аралашманинг муҳити ўрганилганда рН 6-7 эканлиги аниқланди.

Ушбу маҳаллийлаштириш режалаштирилган модификаторларни олишда (1) полифосфат аммонийни сақлаш учун сиғим, (2) алюминий оксид учун сиғим ва (3) меламин учун сиғимларда сақланаётган бошланғич моддалар. Ассосий реакция жараёни (4) реакторда олиб борилади. (4) асосий реакторга (1) полифосфат аммонийни ва (2) алюминий оксид солиниб 0,5 соат давомида 150-220°С ҳароратда аралаштирилган ҳолда олиб борилди. Натижада (4) реакторда полифосфат аммонийнинг алюминийли сақлаган

бирикмалари ҳосил бўлди. Ушбу алюминий сақлаган аммоний полифосфатларга (4) реакторга доимий аралаштирилган ҳолда (3) меламина солиниб 1,5 соат давомида ҳарорат 230-280 °С га оширилди ва реакция аралашмаси узлуксиз аралаштирилиб, аралашманинг ҳарорати 280°С гача ушлаб турилди. Сўнгра аралашма хона ҳароратигача совутилди ва (5) қурутиш печи қурилмаси ёрдамида реакция жараёнида ҳосил бўлган антипиренларни қурилади. Сўнгра (6) майдалагич орқали антипиренларни ўлчамлари бир-хил ҳолатга келтирилади ва (7) қадоқланади ҳамда (8) омборда сақлаш учун жойлаштирилади. Реакция натижасида ҳосил бўлган тайёр маҳсулотларни (8) махсус сақлаш учун тайёрланган сифимларга жойлаштирилди (6-расм).



(1) полифосфат аммонийни сақлаш учун сизим, (2) алюминий оксид учун сизим ва (3) меламина учун сизим, (4) Ассосий реакция жараёни учун реактор, (5) қурутиш печи, (6) майдалагич, (7) қадоқлаш ускунаси, (8) тайёр маҳсулотларни сақлаш учун сизим.

6-расм. Меламина полифосфат-алюминий асосида ПВХ-МП-А1 маркали антипиренларни олишнинг технологик схемаси.

Меламина полифосфат-алюминий асосида ПВХ-МП-А1 маркали антипиренларни олишнинг техник-иқтисодий самарадорлиги.

Меламина ва полифосфат алюминий асосидаги ПВХ-МП-А1 маркали антипирени олиш технологияси ишлаб чиқилди ва ушбу ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни техник –иқтисодий самарадорлиги ўрганилди. Мазкур ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни ишлаб чиқаришда фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолашда унинг таннархи импорт қилинувчи аналогларини таннархи билан таққослашни ўз ичига олади.

Шу ўринда, таклиф этилаётган ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни ишлаб чиқарилиши “SEVEN SYSTEMS” МЧЖ ва “STATERM” МЧЖ корхоналари базасида муваффақиятли синовдан ўтказилди.

ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни 1 тонна ишлаб чиқариш учун материалларни таннархи қуйида жадвалда келтирилган.

3-жадвал**1 тонна ПВХ-МП-А1 маркали антипиренларни ишлаб чиқариш учун материаллар нархи**

1т (1000кг) ПВХ-МП-А1 марка антипирен	кг, масс.	Нархи, сўм
Полифосфат аммоний	25000	12 500 000
Алюминий оксид	1000	200 000
Меламин	23000	6 900 000
Жами:	-	19 600 000

4 -жадвал**1 тонна ПВХ-МП-А1 маркали антипиренларни ишлаб чиқариш нархлари таркиби**

Номи	Нархи, сўм
Иш ҳақи,сўм / тонна	1 000 000
Ягона ижтимоий тўлов 15%	150 000
Материаллар	19 600 000
Кўшимча харажатлар	40 885
Кутилмаган харажатлар	41 089
Фойда 5%	1 041 598
ҚҚС 12%	2 624 828
Жами:	24 498 401

3-жадвалдан кўриниб турибдики, 1 тонна ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни ишлаб чиқариш учун 19 600 000 сўм миқдорида хом-ашё сарфланади. 4-жадвалдан ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни 1 тонна нархи 24 498 401 сўмни ташкил этади. 5-жадвалда эса, антипиреннинг 1 тонна хорижий аналогини учун 30 000 000 сўм миқдорга тенг.

5-жадвал**Анолог антипиренлар кўшимчасининг таннархи тузилиши**

№	Номи	Ўлчов қиймати	Миқдори, кг	Нарх бирлиги, сўм	Умумий, сўм
1	ППА	Кг	1000	30 000	30 000 000
Жами					30 000 000

Шундай қилиб, ПВХ-МП-А1 марка антипиренларни ишлаб чиқариш синовидан муваффақиятли ўтди. Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, ПВХ-МП-А1 марка антипиренлардан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги антипиреннинг рақабатбардошлиги ва импорт қилинадиган материалларнинг ўрнини босиш имкониятига эга. ПВХ-МП-А1 марка антипиренларнидан фойдаланиш кабел ишлаб чиқаришда кенг фойдаланиш имконини беради.

ХУЛОСАЛАР

1. Поливинилхлорид полимер материалларни ёнғинбардошлигини ошириш учун таркибида металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлар олиш технологияси ва ташкилот стандарти ишлаб чиқилди.

2. Таклиф этилган олигомер антипиренлар ва улар асосида модификацияланган пластификатланган поливинилхлорид полимер материалларини ИҚ-спектроскопияси, термогравиметрик (ТГ) ва (ДТА) таҳлили ҳамда СЭМ ва элемен анализ усуллари ёрдамида таркиби ва тузилиши ўрганилди.

3. Олигомер антипиренлар билан пластификатланган поливинилхлорид асосидаги полимер материалларини модификациялашнинг 140-160°C ҳароратларда 5% дан 30% гача бўлган оптимал нисбатлари ҳамда уларнинг физик-механик хоссаларни яхшилашга эришилди.

4. Оловбардош полимер материаллари ишлаб чиқариш учун олигомер антипиренларни таъсир механизмлари чет эл аналогларни хоссалари билан таққослаб ўрганилди ва ушбу материалларда иссиқлик таъсирига барқарорлиги 480°C ҳароратда 50% масса йўқотишга яхшиланганлиги ҳамда кислород индекси (КИ%) 24% дан 38,7% гача ошганлиги синов тажриблар асосида аниқланди.

5. Полимер материалларни ёнғиндан ҳимояловчи экологик ва иқтисодий самарадор олигомер антипиренлар олиш имконини яратувчи металл боғлар ҳисобига сув буғларни ҳосил бўлиши натижасида полимерларни оловбардошлигини ошиб борганлиги илмий исботланди ҳамда кенг қўлланилаётган аналогларга нисбатан иқтисодий самарадорлик 18,3% га юқори эканлиги аниқланди.

6. Металл, фосфор ва азот бўлган олигомер антипиренлар Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти базасида ишлаб чиқаришга жорий қилинган ҳамда олинган оловбардош материаллари “SEVEN SYSTEMS” МЧЖ ва “STATERM” МЧЖ ишлаб чиқариш корхоналарида мувафакқиятли амалиётга жорий қилинди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12. 2019.К/Т.87.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

БУВАРАИМОВ ЗИЁДУЛЛО КАРИМЖОН УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОМЕРНЫХ
АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером В2023.3.PhD/T2770

Диссертация выполнена в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу www.fktti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziynet.uz

Научный руководитель: Нуркулов Файзулла Нурмунинович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Бекназаров Хасан Сойибназарович,
доктор технических наук, профессор
Мургазаев Кувондик Мустафаевич,
доктор технических наук

Ведущая организация: Каршинский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится «21» февраля 2024 г. в «11⁰⁰» часов на заседании Ученого совета DSc.16/30 12 2019.K/T 87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в ИРЦ (зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2024/09) Адрес: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шурабазар, (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

Автореферат диссертации разослан «8» февраля 2024 года
(протокол рассылки № 2024/09 от «1» февраля 2024 г.)




А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., проф., академик


Ш.Н. Киёмов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
PhD тех., с.н.с.


Х.С. Бекназаров
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. 30% пожаров, которые происходят в мире в последние годы, происходят из-за коротких замыканий в электрических кабелях, аварийных режимах работы кабелей, которые делают здания и сооружения непригодными для использования. Поливинилхлоридные полимеры, составляющие основу электрических кабелей, обрабатывают антипиренами с целью повышения их огнестойкости.

Переработка кабельных материалов на основе поливинилхлорида в 2022 году увеличился на 5,7%. В последние годы большое внимание уделяется производству олигомерных антипиренов для повышения огнестойкости электрических кабелей и полимерных покрытий и улучшения их реологических, физико-механических свойств.

В мире активно ведутся научные исследования по разработке технологий получения олигомерных антипиренов для снижения воспламеняемости кабелей на основе поливинилхлоридных полимеров. Особое значение в связи с этим имеет определение оптимального состава и физико-химических свойств олигомерных антипиренов, содержащих металлы, с целью повышения огнестойкости полимерных материалов, механизма действия модификации антипиренов полимерами.

С целью повышения огнезащитных свойств электрических кабелей на основе полимерных материалов, которые широко разрабатываются в нашей республике на основе современных технологий, достигаются определенные результаты по получению экономически и экологически эффективных олигомерных антипиренов и производству с их использованием огнестойких электрических кабелей. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определяет важные задачи, направленные на «освоение производства принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечивающих конкурентоспособность национальных товаров на внутреннем и внешнем рынках»². В связи с этим были разработаны технологии получения олигомерных антипиренов, содержащих металлы, с использованием местного сырья. Это способствует повышению огнестойкости полимерных материалов.

Данное диссертационное исследование в определённой степени послужит реализации задач, поставленных 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», № ПП-99 от 24 января 2022

² Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

года «О мерах по созданию эффективной системы развития производства и расширения промышленной кооперации в Республике» и других нормативно-правовых актах.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с VII приоритетом развития науки и техники Республики «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В последние годы в Республике Узбекистан и за рубежом рядом ученых проведены научно-исследовательские работы по созданию нового поколения огнеупорных полимерных материалов.

Зарубежные учеными в области синтеза и создания технологии применения огнеупорных полимерных материалов Weiguang An, O.H. Микрюкова, А.К.Микитаев, F. Laoutid, Ю.Л.Морозов, А.Я Корольченко, P.P.Хашхожева, К.Л. Кузнецов, В.А. Куимов, Elena Niu, Le Zhang, Jianchang Li, Xuejia Ding, J. Chilton, E. Kandare, E.D. Weil, D.B. Ajgaonkar, A.N. Netravali, X. Huang, Maotao Wang, Xinyue Liu, Shasha Li и другими проведены ряд научно-исследовательских работ.

В нашей Республике был проведен ряд научных исследований по изучению таких вопросов, как разработка технологии получения и применения антипиренов, улучшение структуры и свойств, разработка технологий экономической и экологической эффективности с целью создания огнестойких полимерных материалов. Это направление развивается на основе исследований, проведенных А.Т. Джалиловым, Н.А. Самиговым, А.С. Рафиковым, Х.И Акбаровым, Б.Ф. Мухиддиновым, Ф.Н. Нуркуловым, Б.А. Мухамедгалиевым, И.И. Сиддиковым, Х.С. Бекназаровым и другими учеными в разные годы. Созданы новые образцы химических составов, защищающих полимерные материалы от возгорания, изучены физико-химические и механические свойства огнезащитных полимерных материалов. Однако, одной из основных проблем является совершенствование современных методов модификации полимерных материалов антипиренами, повышающими их огнестойкость, а также экономически эффективных технологий.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование проводилось в рамках практического проекта PZ-202008061 (2021-2023) на тему: «Разработка ресурсосберегающей технологии повышения воспламеняемости деревянных строительных материалов и изделий в поддержку олигомерных антипиренных средств нового поколения» в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического научно-исследовательского института.

Целью исследования является разработка эффективной технологии огнезащиты поливинилхлоридных кабельных оболочек

полифункциональными антипиренами, полученными на основе местного сырья.

Задачи исследования:

получение олигомерных антипиренов из химических соединений, таких как меламин, полифосфат аммония, алюминий, магний и цинксодержащие полифосфаты;

определение оптимальных пропорций и исследование свойств применения полученных антипиренов к пластифицированным полимерным материалам на основе поливинилхлорида;

определение физико-химических, механических и огнестойких свойств поливинилхлорида, модифицированного антипиренами;

разработка экологически чистой и экономичной технологии получения антипиренов для повышения огнестойкости поливинилхлоридных полимеров.

Объектами исследования являются олигомерные антипирены и легковоспламеняющиеся поливинилхлоридные полимерные материалы, содержащие металлы, фосфор и азот.

Предметом исследования являются физико-химические, механические и технико-экономические факторы огнеупорных полимерных материалов, получаемых на основе модификации поливинилхлоридных полимеров, пластифицированных олигомерными антипиренами, содержащими металлы, фосфор и азот. Методы исследования.

Методы исследования. В процессе исследований были использованы инфракрасная спектроскопия (ИК), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и термогравиметрические (ТГ) методы анализа, а также стандартные методы определения физико-механических и огнестойких свойств огнеупорных материалов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

получены олигомерные антипирены, повышающие огнестойкость пластифицированных поливинилхлоридных полимерных материалов, на основе олигомеризации химических соединений, как меламин, полифосфат аммония, алюминий, магний, цинксодержащий полифосфат аммония;

определены оптимальные условия и физико-химические свойства получения олигомерных антипиренов, содержащих фосфор, азот, алюминий, магний и цинк;

установлены оптимальные соотношения модифицирования полимерных материалов на основе пластифицированного поливинилхлорида, олигомерными антипиренами, при температурах 140-160°C и улучшение термостойкости до 50% потери массы при 480°C;

по результатам исследований и экспериментов установлено увеличение кислородного индекса (КИ%) полимерных материалов, модифицированных олигомерными антипиренами, содержащими металл, фосфор и азот, с 24% до 38,7%;

разработана технология и стандарт организации (Ts) получения олигомерных антипиренов, экономическая эффективность по сравнению аналогичных составов составило 18,3%.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны новые составы олигомерных антипиренов, содержащих фосфор, азот, алюминий, магний и цинк, и определены оптимальные соотношения их использования;

улучшено оптимальное соотношение модифицирования полимерных материалов на основе поливинилхлорида, пластифицированного антипиренами, от 5% до 30% и улучшены их физико-механические свойства;

улучшены физико-механические свойства и оптимальные соотношения модификации антипиренами полимерных материалов на основе пластифицированного поливинилхлорида от 5% до 30%;

разработана технология и стандарт организации для полученных олигомерных антипиренов.

Достоверность результатов исследования. Выводы и рекомендации, основанные на идентификации полученных материалов, объясняются применением высокоинформативных современных физико-химических, механических методов (ИК, СЭМ и ТГ), взаимностью результатов экспериментальных и теоретических исследований, а также внедрением развития на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований заключается в том, что в результате модификации полимерных материалов на основе пластифицированного поливинилхлорида олигомерными антипиренами разработаны теоретические основы повышения огнестойкости и температуростойкости полимеров, изучены полифункциональные свойства олигомерных антипиренов, содержащих металл, фосфора и азота. Улучшены физико-химические и механические свойства полимерных материалов, модифицированных олигомерными антипиренами.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке эффективной технологии получения олигомерных антипиренов, содержащих металл, фосфор и азот, и оптимального соотношения модифицирования полимерными материалами, а также в разработке стандарта организации, а также внедрение огнезащитных составов, которые служат основным фактором ограничения начального развития распространения горения.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке и практическому применению технологии получения олигомерных антипиренов для поливинилхлоридных композиций:

поливинилхлоридные композиции, модифицированные олигомерными антипиренами, были произведены в опытно-промышленном масштабе на базе ООО «Ташкентский научно-исследовательский химико-

технологический институт», а полученные огнестойкие полимерные материалы успешно внедрены в практику на предприятиях ООО «SEVEN SYSTEMS» и ООО «STATERM». (Справка №6/4/38-1201 от 25 апреля 2023 года Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан и №01-09/1176 от 18 мая 2023 года Ферганский нефтеперерабатывающий завод). В результате удалось разработать технологию получения полифункциональных олигомерных антипиренов для полимерных материалов.

На базе ООО «Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт» в опытно-промышленном масштабе произведены поливинилхлоридные композиции, модифицированные олигомерными антипиренами на основе марки ПВХ-МП-А1; полученные огнестойкие полимерные материалы успешно внедрены в эксплуатацию на практике на предприятии ООО «STATERM». (Справка №6/4/38-1201 от 25 апреля 2023 года Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан). В результате была разработана технология получения и стандарт организации олигомерных антипиренов, позволившая повысить экономическую эффективность в среднем на 18,3%.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертации были представлены и обсуждены на 5 научно-практических конференциях, в том числе 2 международных и 3 республиканских.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 5 научных статей опубликованы в научных журналах, 3 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 109 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

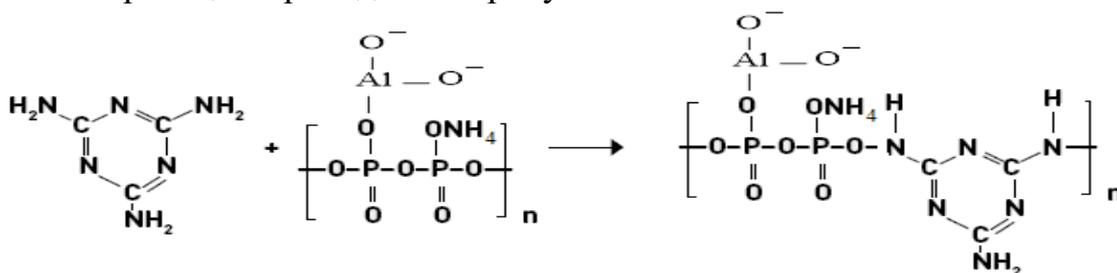
Во введении обоснованы актуальность и востребованность исследования, его цель и задачи, определены объект и предмет исследования, указано на соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки, изложены научная новизна и практические результаты работы, раскрыта научная и практическая значимость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

Первая глава диссертации – **«Производство и применение современных огнестойких поливинилхлоридных композиций»** посвящена изучению состава и структуры антипиренов, применяемых в поливинилхлоридных композициях в современной кабельной промышленности, влияние компонентов, используемых в кабельном

производстве, на физико-химические свойства поливинилхлорида, процессы горения полимерных материалов и краткая классификация его применения в мире и в нашей Республике, обсуждаются научные исследования и приводится заключение к главе.

Во второй главе диссертации под названием «**Получение антипиренов, содержащих металл и фосфор, и изучение их физико-химических свойств**» рассмотрены свойства используемых в исследованиях химических веществ, методы исследования и новые олигомерные антипирены на основе полифосфата меламина на основе марки ПВХ-М. огнезащитный, меламинаполифосфат-алюминий на основе ПВХ, физико-химические свойства химических композиций, состоящих из антипирена МП-А1, антипирена ПВХ-МП-Mg на основе полифосфата меламина-магниевого и антипирена ПВХ-МП-Zn на основе полифосфата меламина-цинка были изучены, и представлено заключение к этой главе.

Проведены лабораторно-практические опыты по получению антипирена ПВХ-МП-А1. В ходе тестовых опытов 100 г полифосфатной аммонийной среды нагревали при температуре 150-220 °С до рН 4-5 в химическом стакане емкостью 250 мл, затем к ней добавляли 2 г влажной смеси оксидов алюминия и перемешивали до получения однородной дисперсии. В результате образовались алюминиевые соединения полифосфата аммония. 100 г меламина реагировали при перемешивании в течение 1-1,5 часов при 230-280°С с этими алюминийсодержащими полифосфатами аммония при постоянном перемешивании. После этого реакционную смесь непрерывно перемешивали и поддерживали температуру смеси до 280°С в течение получаса. Полученную смесь охлаждали до комнатной температуры. Выход полученного антипирена составил 83%, а рН полученной смеси составил 6-7. Уравнение реакции приведено на рисунке 1.



При этом были изучены физико-химические свойства огнезащитной композиции ПВХ-МП-А1, полученной в ходе практических экспериментов (табл. 1).

Таблица 1

ПВХ-МП-А1 физико-химические характеристики антипиреновой композиции

п/п	Параметры	Описание
1	Внешний вид	Желто-коричневое, густое, липкое вещество.
2	рН	6-7
3	плотность (25°С), г/см ³	1,2

4	Выход реакции, %	83
5	Растворимость	Не растворяется в воде

Также с целью изучения существующего состава марки ПВХ-МП-А1 были проанализированы показатели ИК-спектра (рис. 1). Основные связи, характеризующие ИК-спектроскопию антипирена ПВХ-МП-А1 на основе меламинаммонийполифосфатного соединения алюминия, следующие: при ИК-спектроскопии меламина-полифосфата можно анализировать связи, образованные преимущественно фосфорными и азотными группами. Можно проанализировать наличие связей P=O при 1018-1250 см⁻¹ и наличие связей P-O- при 1018 см⁻¹. При этом наличие связей P-O-P при 846 - 985 см⁻¹ в антипирене определено исследованиями.

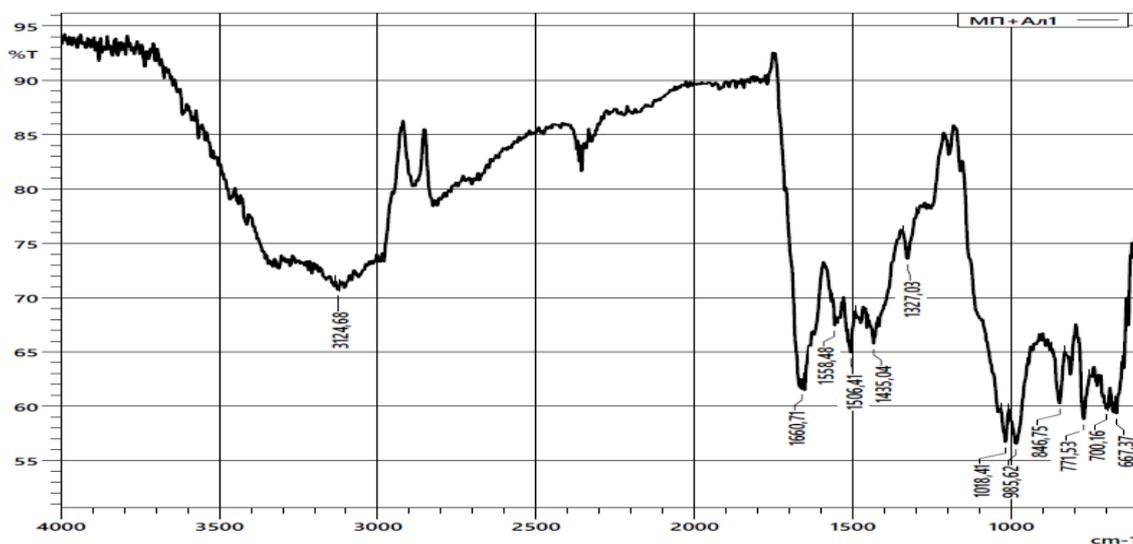


Рисунок 1. ИК-спектр композита ПВХ-МП-А1.

Кроме этого, в качестве характерных связей полифосфата аммония с соединением алюминия, образующим меламина, присутствуют связи –NH₂ в области поглощения 3470-3000,86 см⁻¹ и полифосфат аммония в линиях поглощения 3124,68 см⁻¹, относящиеся к связи алюминия –NH₄, характерно для группы аммония обнаружено поглощение в широкой области.

В предлагаемом антипирене установлено наличие групп C-H/NH₂, характеризующих связи в меламина в областях поглощения 771,3 см⁻¹ и связи C=N в областях 1506-1660 см⁻¹. Кроме того, было установлено, что поглощение в диапазоне 660-770 см⁻¹ обусловлено наличием металлических групп в составе антипирена. Таким образом, были получены антипирены на основе меламина-полифосфатных олигомеров аммония. При сравнении ИК-спектроскопического анализа исследуемого образца с аналогами установлено, что характерные связи близки друг к другу.

Третья глава диссертации – «Использование поливинилхлоридных композиций, модифицированных антипиренами, и исследование их физико-механических свойств» содержит характеристики и анализ поливинилхлорида, модифицированного антипиренами. Получены

антипирены ПВХ-М, ПВХ-МП-А1, ПВХ-МП-Mg и ПВХ-МП-Zn на основе фосфорсодержащих соединений. Полученные антипирены были обозначены исследователем в некоторых опубликованных статьях как PVX-МП-А1 (PVX-K), PVX-МП-Mg (PVX-F) и PVX-МП-Zn (PVX-KP). При добавлении 5-30 % олигомерных антипиренов в состав ПВХ полимерных материалов, повысилась огнестойкость материалов, появилась возможность определять растекание этих полимеров по поверхности полимерных композиционных материалов с помощью сканирующего электронного микроскопа и элементного анализа. В этих тестовых экспериментах поверхность образцов покрывалась золотым порошком до толщины 5 нм по специальной методике с использованием прибора QUORUM Q150 RS. Отдельно рассмотрен анализ результатов нанесения олигомерных антипиренов на поверхность ПВХ 6 шт предложенных образцов (марки (PVX-М, PVX-МП-А1, PVX-МП-Mg и PVX-МП-Zn). Модифицируя полимеры ПВХ олигомерными антипиренами марки ПВХ-М, изучали морфологическую структуру частиц, их равномерное распределение по поверхности и отсутствие седиментации. На основании проведенных исследований изучено тепловое действие смесей, образующихся при модифицировании полимеров ПВХ, различными количествами олигомерных антипиренов марки PVX-М. Из исследований и литературы известно, что хлор в ПВХ выделяется в результате теплового воздействия. ПВХ, модифицированный этими антипиренами в различных соотношениях (10%, 15% и 20%), подвергали обработке до температуры 160°C, и при анализе СЭМ было обнаружено, что на поверхности полимера образуются пузырьки и микропустоты. Добавление олигомерных антипиренов марки PVX-М и смесей, созданных путем модификации полимеров ПВХ в различных количествах, оказывает синергетический эффект и означает, что вещества равномерно распределяются по поверхности полимерного материала.

Изучено тепловое воздействие смесей, образующихся при модифицировании полимеров ПВХ в различных количествах олигомерными антипиренами марки ПВХ-МП-А1. ПВХ, модифицированный этими антипиренами в различных соотношениях (10%, 15% и 20%), подвергали обработке до температуры 160°C, и при анализе СЭМ было обнаружено, что на поверхности полимера образуются пузырьки и микропустоты. Также добавление олигомерных антипиренов марки ПВХ-МП-А1 и смесей, созданных путем модификации полимеров ПВХ в разных количествах, оказывает синергетический эффект, заключающийся в равномерном распределении веществ по поверхности полимерного материала. С увеличением количества олигомерных антипиренов марки ПВХ-МП- А1 можно отметить, что выделение газообразного хлора в ПВХ под действием температуры уменьшилось, то есть уменьшилось образование пузырей и микропор. На этом рисунке 2 было обнаружено высокое образование пузырьков и микропор.

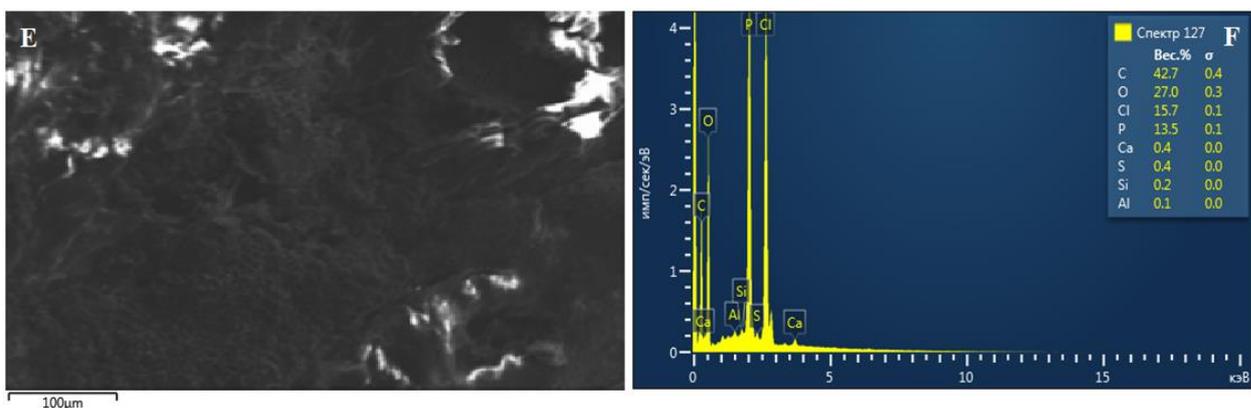


Рисунок 2. СЭМ (E) и (F) элементный анализ смесей ПВХ, модифицированных олигомерными антипиренами PVC-MP-Al в различных пропорциях (10%)

При анализе с помощью сканирующего электронного микроскопа, представленном на рисунке 2 выше, можно понять, что композитные соединения были сформированы вместе с огнезащитными полимерными материалами. Равномерное распределение соединений, содержащих фосфор, азот, оксиды металлов и кремния, на поверхности полимера свидетельствует о его синергетических свойствах.

Олигомерные антипирены на основе марок ПВХ-МП-Al и ПВХ-МП-Mg можно четко увидеть по расположению частиц, содержащих соединения, которые образовали полимерные материалы на основе ПВХ (рис. 3).

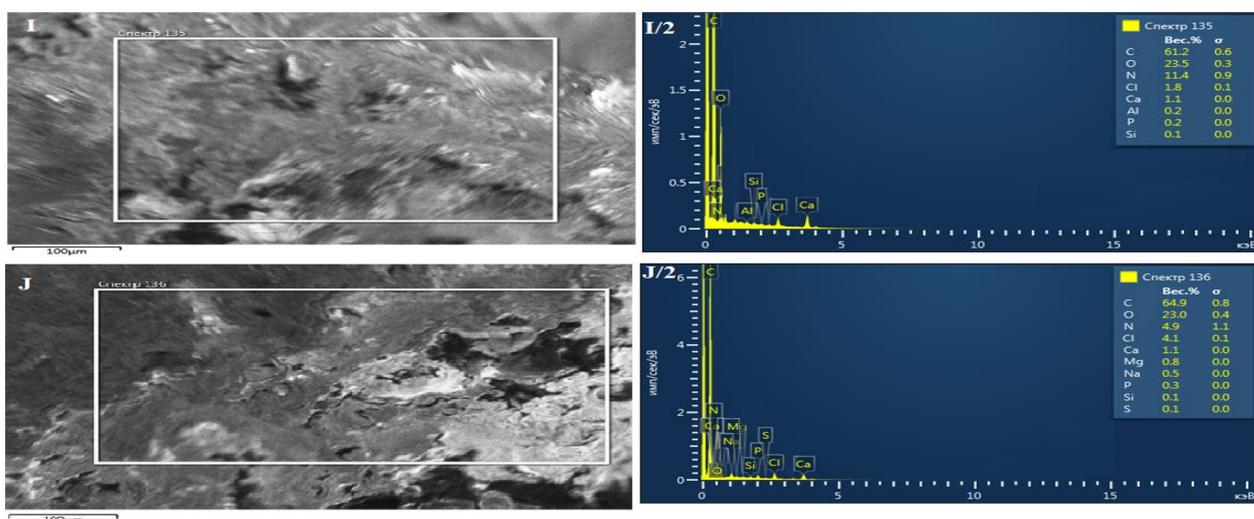


Рисунок 3. СЭМ и элементный анализ смесей ПВХ, модифицированных различными пропорциями (20 %) олигомерных антипиренов на основе марок ПВХ-МП-Al (I : I/1) и ПВХ-МП-Mg (J : J/1).

ПВХ, модифицированный этими антипиренами в разных пропорциях (20%), подвергался обработке до температуры 110-160 °С, и в анализе СЭМ мы смогли определить, что элементы магния и алюминия в полимерных материалах составили более 5% от общей массы. С увеличением количества олигомерных антипиренов на основе марок PVC-MP-Al и PVC-MP-Al можно отметить, что выделение газообразного хлора в ПВХ из-за влияния температуры уменьшилось, то есть образование пузырьков и микропор уменьшилось. Элементный анализ проводили с целью определения смеси

элементов на поверхности поливинилхлоридных материалов, модифицированных антипиренами на основе марок PVX-МП-А1 и PVX-МП-Mg. Элементный анализ показывает наличие углерода, кислорода, хлора, а также азота, фосфора и металлов, связанных с полимером в антипиренах.

Из анализа СЭМ композитов, образованных олигомерными антипиренами новых типов PVX-М, PVX-МП-А1, PVX-МП-Mg и PVX-МП-Zn с полимерными ПВХ-материалами, видно равномерное распределение по поверхности полимерных образцов, обработанных антипиреном. При обработке полимеров новыми видами экологически чистых антипиренов было установлено, что свойства и показатели огнестойкости полимеров на основе ПВХ улучшаются.

Были изучены предлагаемые дифференциально-термогравиметрические анализы поливинилхлорида, модифицированного антипиренами, огнестойкие свойства поливинилхлорида, модифицированного антипиренами, устойчивость полимерных композитов на основе огнеупорного поливинилхлорида к химическим веществам и поливинилхлорид, модифицированный антипиренами; были проведены исследования по изучению термомеханических свойств и сделан вывод.

Полимерные композиционные материалы, состоящие из ПВХ, перспективны из-за доступности процесса производства и широкой области применения. С учетом этих данных синтезирован пластифицированный ПВХ с целью повышения его огнестойкости и было предложено его использование в качестве кабелей и кабельных оболочек, исследованы модификация и термостойкость PVX-М, PVX-МП-А1, PVX-МП-Mg, PVX-МП-Zn, PVX-В и PVX-А (рис. 4).

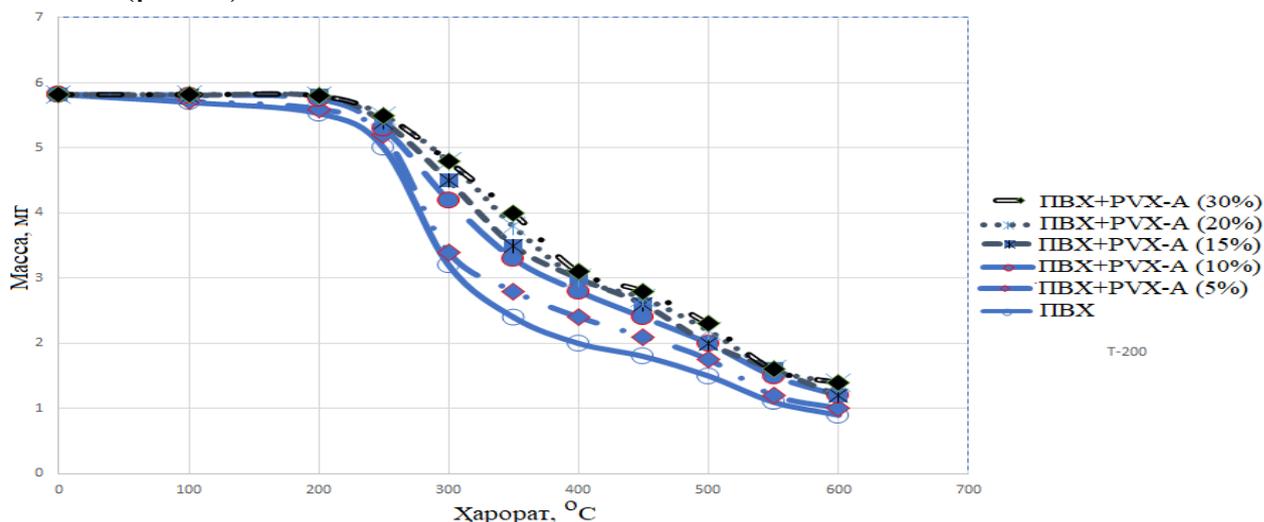


Рисунок 4. Анализ термической стабильности олигомерных антипиренов.

Проведен дифференциально-термогравиметрический анализ образцов пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ) и изучены его потеря массы и термостойкость. Анализ кривой термогравиметрического анализа (ТГ) образца пластифицированного полимера ПВХ, в основном, проводится в трех основных диапазонах температур интенсивного разложения. Первая

потеря массы образца ПВХ под действием температуры соответствует интервалу температуры 140-147 °С, потеря массы составляет 8-10%. Вторая потеря массы привела к потере массы до 50 % за счет воздействия тепла на образец ПВХ с протеканием эндотермических и экзотермических процессов в интервале температуры 150-270°С. Третья стадия термического разложения пластифицированного ПВХ проходила при температуре 285-600°С и приводила к полному разложению образца ПВХ.

Показано, что при модификации антипиренов марки ПВХ-А в количестве 5-30% ПВХ термостойкость этих полимерных материалов повышается. На рисунке 3.8 показаны экзотермические и эндотермические процессы при температуре от 270°С до 330°С по данным ДТГ-анализа. То есть, после модификации ПВХ антипиренами было проанализировано, что температура его разложения повышалась с увеличением содержания антипирена. По результатам ДТА и ТГ анализа определены кинетические параметры для различных температурных интервалов процесса. Его преимущество основано на полученных экспериментальных данных по кинетике процессов в диапазоне температуры от 100°С до 600°С, изучены свойства термоокислительной деструкции образцов с 5-30% антипиренами.

Антипирены, предлагаемые в различных марках, повышают огнестойкость ПВХ, пользуются повышенным спросом у современных кабельных производителей, обладают синергетическим эффектом, хорошо модифицируются полимером и не оказывают отрицательного влияния на их свойства.

Исследование огнезащитных свойств поливинилхлорида, модифицированного антипиренами. Мировое производство полимерных материалов составляет несколько сотен миллионов тонн, а спрос на модификаторы, добавляемые в эти полимеры для улучшения их физико-химических и механических свойств, увеличивается примерно на 5% в год.

Пластификаторы, используемые в поливинилхлориде (ПВХ), составляют более 50% по весу полимерного материала, что приводит к увеличению спроса на антипирены. В Европе в целях защиты окружающей среды и здоровья человека производство двух видов добавок к полимерным материалам современными методами, то есть пластификаторов и антипиренов, составляет более 75% от общего объема полимерных композитов.

Пластифицированные антипиренами полимерные материалы защищающие от возгорания исследуются в целях защиты окружающей среды, определения негативного влияния для здоровья человека и разработан стандарт отвечающий мировым требованиям. Полимеры на основе поливинилхлорида (ПВХ) хорошо растворяются в органических растворителях, а композиты из этих полимеров отличаются от других аналогов высоким уровнем устойчивости к химическим веществам и устойчивостью к температурным воздействиям.



Рисунок 5. Методика испытаний по ГОСТ 12.1.044-89

Полимерные ПВХ-композиты используются в строительстве в качестве электрических кабельных сетей, герметиков и клеев, антикоррозионных и противопожарных покрытий.

Таблица 2

Влияние модифицированного ПВХ олигомерными антипиренами на кислородный индекс (ГОСТ-12.1.044-89)

Марка олигомерного антипирена	Концентрация олигомерного антипирена, %	Кислородный индекс, %
		Платифицированный ПВХ
-	-	24-25
PВX-M	5	26,8
	10	29,3
	15	30,5
	20	31,7
	30	32,0
PВX-MП-Al	5	28,2
	10	30,5
	15	34,7
	20	36,5
	30	37,2
PВX-MП-Mg	5	27,5
	10	31,6
	15	34,4
	20	36,5
	30	38,7
PВX-MП-Zn	5	27,4
	10	29,3
	15	32,5
	20	34,8
	30	35,6

Полимерные ПВХ-композиты являются лучшими полимерными композитами по устойчивости к воздействию различных химических веществ. Это полимеры, обладающие не только огнестойкостью, но и внешней, погодной и радиационной стойкостью.

Кислородный индекс (КИ) материалов, полученных модифицированием антипиренов огнестойкими полимерами ПВХ, представляет собой минимальное количество кислорода в кислородно-азотной смеси, и в

специальных лабораторных условиях материалы горят как шлаки. Величина КИ используется при разработке трудно воспламеняющихся полимерных композиций и при контроле горючести полимерных материалов.

Согласно ГОСТ 12.1.044-89 экспериментальный метод определения кислородного индекса заключается в нахождении минимальной концентрации кислорода в потоке кислородно-азотной смеси, при которой наблюдается самовозгорание вертикально помещенного образца. Получены высокоэффективные антипирены, содержащие металл, изучено влияние этих антипиренов на поливинилхлоридные полимерные материалы и механизмы повышения их огнестойкости.

В данной исследовательской работе антипирены модифицировали ПВХ в различных соотношениях и определяли их показатели КИ. По данным, полученным в результате исследований, установлено, что пластифицированный ПВХ модифицирован антипиреном на 10 и 30 %, обеспечивает увеличения КИ с 25 до 38,7 %. (Таблица 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что модификация антипиренов полимерами с высокой экологической эффективностью значительно повышает их кислородный индекс и создает возможность получения огнеупорных строительных материалов.

В четвертой главе диссертации – «Разработка производства и технологии олигомерных антипиренов и их технико-экономическая эффективность» разработана технология производства антипиренов ПВХ-МП-А1 на основе полифосфата меламина-алюминия.

В производстве ПВХ-МП-А1 антипирен на основе меламина и полифосфата алюминия. Эти антипирены были обозначены как ПВХ-МП-А1. Реакционный процесс основан на опытах по модификации меламина полифосфатом аммония, содержащим металл в различных соотношениях, полученным в лабораторных и производственных условиях в Ташкентском химико-технологическом институте. Основными предлагаемыми модификаторами для получения огнестойких ПВХ являются антипирены ПВХ-МП-А1, которые осуществляют согласно технологическим процессам получения этих добавок.

В ходе экспериментальных опытов 100 г полифосфатной аммонийной среды нагревали при температуре 150-220 °С до pH 4-5 в химическом стакане емкостью 250 мл, затем к ней добавляли 2 г влажной смеси оксидов алюминия и перемешивали до получения однородной дисперсии. В результате образовались алюминиевые соединения полифосфата аммония. 100 г меламина реагировали при перемешивании в течение 1-1,5 часов при 230-280°С с этими алюминий содержащими полифосфатами аммония при постоянном перемешивании. После этого реакционную смесь непрерывно

перемешивали и поддерживали температуру смеси до 280°C в течение получаса. Полученную смесь охлаждали до комнатной температуры. Выход полученного антипирена составил 83%, а рН полученной смеси составил 6-7.

При получении этих локализованных модификаторов планируется (1) емкость для хранения полифосфата аммония, (2) емкость для хранения оксида алюминия и (3) исходные материалы, хранящиеся в емкости для хранения меламина (4). Основной реакционный процесс (4) осуществляется в реакторе. В основной реактор (4) добавляли полифосфат аммония(1) и оксид алюминия (2) и перемешивали при температуре 150-220°C в течение 0,5 часов. В результате в реакторе (4) образовались алюминий содержащие соединения полифосфата аммония. Температуру этого алюминий содержащего полифосфата аммония (4) повышали до 230-280°C в течение 1,5 часов при постоянном перемешивании в реакторе (3) и непрерывно перемешивали реакционную смесь и поддерживали температуру смеси на уровне 280°C. С. Затем смесь охлаждали до комнатной температуры и (5) сушили антипирены, образовавшиеся во время реакции, с использованием сушильной печи. Затем (6) антипирены унифицируют по размеру и (7) упаковывают и (8) помещают на хранение в склад. Готовые продукты, образовавшиеся в результате реакции (8), помещали в емкости, подготовленные для специального хранения (рис. 5).

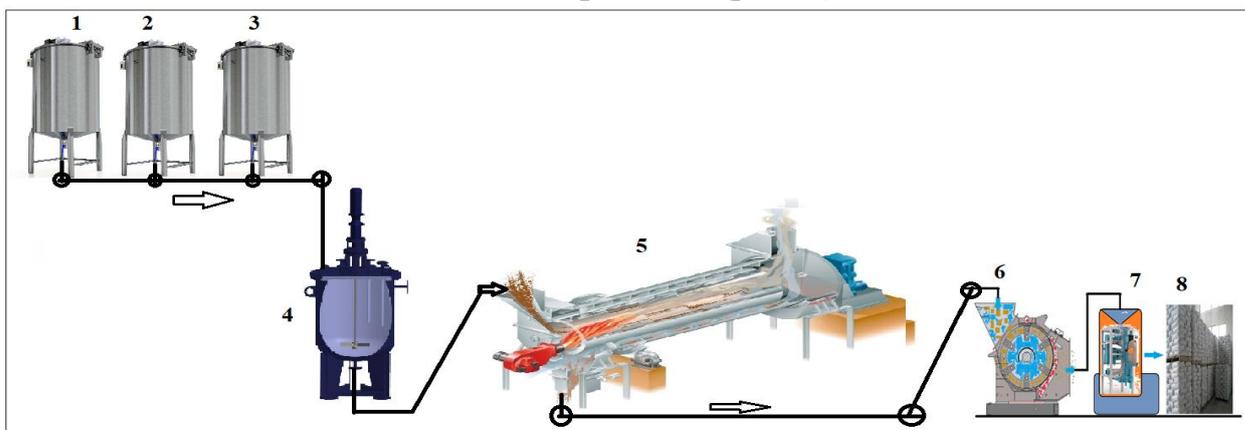


Рисунок 6. Технологическая схема производства антипиренов

(1) Емкость для хранения полифосфата аммония, (2) Емкость для оксида алюминия (3) Емкость для меламина, (4) Реактор для первичного процесса реакции, (5) Сушильная печь, (6) Измельчитель, (7) Упаковочное оборудование, (8) Емкость для хранения готовой продукции.

ПВХ-МП-АI на основе полифосфата меламина-алюминия.

Технико-экономическая эффективность производства антипиренов ПВХ-МП-АI на основе полифосфата меламина-алюминия. Разработана технология получения антипирена ПВХ-МП-АI на основе меламина и полифосфата алюминия и изучена технико-экономическая эффективность

антипирена ПВХ-МП-А1. Оценка экономической эффективности использования в производстве антипирена марки ПВХ-МП-А1 включает сравнение его стоимости со стоимостью импортных аналогов.

На данный момент производство предлагаемых ПВХ-МП-А1 успешно опробовано на базе предприятий ООО «SEVEN SYSTEMS», ООО «STATERM». Стоимость материалов для производства 1 тонны антипиренов ПВХ-МП-А1 указана в таблице ниже.

Таблица 3

Стоимость материалов для производства 1 тонны антипирена ПВХ-МП-А1

1т (1000кг) ПВХ-МП-А1	кг, масс.	Цена, сум
Полифосфат аммоний	25000	12 500 000
Алюминий оксид	1000	200 000
меламин	23000	6 900 000
Всего:	-	19 600 000

Таблица 4

Структура цены производства 1 тонны антипиренов ПВХ-МП- А1

Наименование	Цена, сум
Зар.плата рабочих, сум/тонна	1 000 000
Единый социальный налог 15%	150 000
Материалы	19 600 000
Дополнительные расходы	40 885
Другие расходы	41 089
Прибыль 5%	1 041 598
НДС 12%	2 624 828
Всего :	24 498 401

Как видно из таблицы 3, на производство 1 тонны антипиренов ПВХ-МП-А1.затрачено сырье в сумме 19 600 000 сум. Из таблицы 4 цена антипиренов ПВХ-МП-А1. составляет 24 498 401 сум за тонну. В таблице 5 1 тонна другого аналогового антипирена составляет 30 000 000 сумов.

Таблица 5

Стоимость других аналоговых антипиреновых добавок

№	Наименование	Ед.изм	Количество , кг	Стоимость, сум.	Всего, сум
1	ППА	Кг	1000	30 000	30 000 000
Всего					30 000 000

Таким образом, марка ПВХ-МП-А1 успешно прошла производственные испытания антипиренов. Расчеты показали, что экономическая эффективность применения антипиренов ПВХ-МП-А1 конкурентоспособна и может заменить импортные материалы. Использование антипиренов ПВХ-МП-А1 позволяет широко использовать их в кабельном производстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам по теме «Разработка технологии получения олигомерных антипиренов для поливинилхлоридных композиций» сформулированы следующие выводы:

1. Получены новые композиционные составы для повышения огнестойкости поливинилхлоридных полимерных материалов, разработана технология получения и стандарт организации олигомерных антипиренов, содержащих металл, фосфор и азот.

2. Разработан способ и технология получения олигомерных антипиренов и модифицированных пластифицированных поливинилхлоридных полимерных материалов на их основе изучены методами ИК-спектроскопии, термогравиметрического (ТГ) и (ДТА) анализа, СЭМ и элементного анализа.

3. Разработаны оптимальные соотношения модифицирования полимерных материалов на основе поливинилхлорида, пластифицированного олигомерными антипиренами, от 5% до 30% при температуре 140-160°C и улучшение их физико-механических свойств.

4. Путем сравнения свойств зарубежных аналогов изучены механизмы действия олигомерных антипиренов для производства огнестойких полимерных материалов и на основании тестовых экспериментов установлено, что термостабильность этих материалов повышается до 50% потери массы. при температуре 480°C, а кислородный индекс (КИ%) увеличился с 24% до 38,7%.

5. Научно доказано, что за счет образования паров воды и металлических связей, позволяющих получать экологически и экономически эффективные олигомерные антипирены, защищающие полимерные материалы от огня, повышается стойкость полимеров, а экономическая эффективность на 18,3% выше, чем у широко используемых аналогов.

6. Олигомерные антипирены, содержащие металл, фосфор и азот, внедрены в производство на базе Ташкентского научно-исследовательского химико-технологического института, а полученные огнеупорные материалы успешно внедрены в практику на производственных предприятиях ООО «SEVEN SYSTEMS», ООО «STATERM».

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 AT TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

BUVARAIMOV ZIYODULLO KARIMJON UGLI

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING OLIGOMERIC
FLAME RETARDANTS FOR POLYVINYL CHLORIDE COMPOSITIONS**

02.00.14-Technology of organic substances and materials based on them

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

Tashkent – 2024

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.3.PhD/T2770.

The dissertation has been prepared at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council www.tktiti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational portal www.ziynet.uz

Research supervisor:

Nurkulov Fayzulla Nurmuminovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich
Doctor of technical sciences, professor

Murtazayev Kuvondik Mustafayevich
Doctor of technical sciences

Leading organization:

Karshi engineering economics institute

The defense of the dissertation will take place on "21" february 2024 at "⁰⁰11" hours at a meeting of the Scientific Council DSc 16/30 12 2019 K/T 78 01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n/a Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

The dissertation was registered at the Information Resource Center of Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 2023/12, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz)

The abstract of the dissertation was sent out "8" february 2024
(distribution protocol No. 2024/09 dated "1" february 2024).



A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for
Awarding of the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Academic

Sh.N. Kiyomov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding the scientific degrees,
PhD tech, Senior Scientific Scientist

H.S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The purpose of the research: to develop an effective technology for fire protection of polyvinyl chloride cable sheaths with multifunctional fire retardants obtained from local raw materials.

The objects of study were oligomeric flame retardants containing metal, phosphorus and nitrogen, and fire-resistant polyvinyl chloride polymer materials.

The scientific novelty of the study is as follows:

oligomeric flame retardants, which increase the fire resistance of plasticized polyvinyl chloride polymer materials, are obtained based on the oligomerization of such chemical compounds as melamine, ammonium polyphosphate, aluminum, magnesium, zinc-containing ammonium polyphosphate;

the optimal properties of oligomeric flame retardants were determined and the physicochemical properties were studied;

the optimal ratios for modifying polymer materials based on polyvinyl chloride, plasticized with oligomeric flame retardants, were studied at temperatures of 140-160°C and an improvement in heat resistance was established up to 50% of weight loss at 480°C;

it was found that the oxygen index (KI%) of polymer materials modified with oligomeric flame retardants containing metal, phosphorus and nitrogen increases from 24% to 38.7% based on test experiments;

a technology and organizational standard for the production of oligomeric flame retardants have been developed, the economic efficiency of which is 18.3% higher than that of widely used analogues.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the development and practical application of technology for producing flame retardant oligomers to increase the fire resistance of plasticized polyvinyl chloride materials:

modification of polymer materials based on oligomeric flame retardants was introduced into pilot production at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, and the resulting fire-resistant polymer materials were successfully put into practice at the enterprises of «SEVEN SYSTEMS» LLC and «STATERM» LLC (reference No. 6/4/38-1201 of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan dated April 25, 2023 and No.01-09/1176 dated May 18, 2023 Ferghana Oil Refinery). As a result, it is possible to establish the production of fire retardants with multifunctional properties for the production of fire-resistant polymer building materials.

Modification of polymer materials based on fire retardants PVC-MP-Al has been introduced into pilot industrial production on the basis of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, and the resulting fire-resistant polymer materials have been successfully put into practice at the STATERM LLC (reference No. 6/4/38-1201 of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan dated April 25, 2023 and No.01-09/1176 dated May 18, 2023 Ferghana Oil Refinery). As a result, a technology and

organizational standard for the production of oligomeric flame retardants have been developed, and an increase in economic efficiency by an average of 18.3% has been achieved.

The structure and volume of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a summary, a list of references and appendices; the total volume is 109 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

1. З.К.Буvaraимов, С.Қ.Жумаев Республикамизда қўлланиладиган антипиренларнинг хорижий антипирен билан узаро фарқи ва афзалликлари //«Ёнғин-портлаш хавфсизлиги» илмий-амалий электрон журнал. ISSN 2181-9327 № 2 (5), 2020. 172-176 б. (05.00.00; № 28)
2. З.К.Буvaraимов, М.С.Саидов. Ёнғин ва фавқулодда вазиятлар жойини тадқиқ қилишда дастурий таъминотнинг ўрни // «Ёнғин-портлаш хавфсизлиги» илмий-амалий электрон журнал. ISSN 2181-9327 № 1 (6), 2021. 155-159 б. (05.00.00; № 28)
3. Buvaraimov Z. K., , Nurkulov F. N., Jalilov A. T. Study of properties of polyvinyl chloride modified with oligomeric antipyrine // Miasto Przyszłości Kielce 2022. Publisher Kielce: Laboratorium Wiedzy Artur Borcuch ISSN-L2544-980X. E-ISSN2544-980X. IF(Impact Factor) 9.98 / 2023. Vol. 39 (2023): Miasto Przyszłości published: 2023-09-06. <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.p..132-135> б.
4. Buvaraimov Z. K., , Nurkulov F. N., Jalilov A. T. Investigation of physico-chemical properties of modern flame-retardant polyvinyl chloride composites // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 7(112). С-4.URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15737>. (02.00.00; № 1)
5. З.К. Буvaraимов, А.И. Холбоева, О. Хакимов. Поливинилхлорид асосида кабеллар учун оловбардош изоляция олиш ва уларни хусусиятларни ўрганиш // «Ёнғин-портлаш хавфсизлиги» илмий-амалий электрон журнал ISSN 2181-9327 № 2(11), 2023.106-112 б. (05.00.00; № 28)

II бўлим (II часть, II part)

6. З.К.Буvaraимов, М.С.Саидов, М.Б.Мухиддинов. Исследования пожарной опасности алюминиевых композитных панелей применяемых в строительстве // “Фавқулодда вазиятларни олдини олишнинг долзарб муаммолари ва амалий ечимлари” мавзусидаги Республика Илмий-амалий анжуман материаллари. ФВВ академияси 2022 й. 335-338 б.
7. З.К.Буvaraимов, Ф.Нуркулов, А.Джалилов. Исследование механико- прочностных свойств поливинилхлорида, модифицированного антипиренами // Роль теории и практики в устойчивом развитии современной науки Международная конференция Екатеринбург-2023 27-29 б.
8. З.К.Буvaraимов, Ф.Нуркулов, А.Джалилов. Олигомер аетипиренлар билан модификацияланган поливинилхлоридкомполитларни тадқиқ этиш.// Uzbekistan-Japan international conference on energy-earth-environment-engineering. November tashkent-2023. 67-66 б.

9. З.К.Бувараимов, Ф.Нуркулов. Elektr kabellarni issiqlik va yong'ndan himoyalovchi polimer qoplamalarni olish va ularni termik analizini tadqiq etish.//«Хаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар» мавзусидаги III Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами Тошкент-2021 йил.293-296 б.

10. З.К.Бувараимов, Ф.Нуркулов. Основные закономерности процессов термической деструкции полимеров // “Хаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар” мавзусидаги IV Республика ёш олимлар ФВВ Академияси. Тошкент-2023. 132-134 б.

11. З.К.Бувараимов, Ф.Нуркулов. Оловбардош поливинилхлорид асосидаги полимер композитларни кимёвий моддаларга барқарорлигини тадқиқ этиш // “Кимё ва кимё таълими муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани и. Қўқон давлат педагогика Институту 2022 й. 133-134 б.

12. З.К.Бувараимов, Ф.Нуркулов, А.Джалилов. Инсон саломатлиги ва хавфсизлигини химоялашда поливинилхлорид асосидаги полимер композитларни оловбардошлигини оширишнинг замонавий усуллари. // Иқтисодиёт тармоқлари, ижтимоий соҳа объектлари ва аҳоли турар-жойларида иситиш тизими ҳамда ёқилғи маҳсулотларидан фойдаланишда хавфсизликни таъминлаш: муаммо ва ечимлар || мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент-2023. 211-213 б.

13. З.К.Бувараимов, Ф.Нуркулов, А.Джалилов. Олигомер антипиренлар билан модификацияланган полимер материалларни кислород индексини тадқиқ этиш // Қарши муҳандислик – иқтисодиёт Институту Фан ва техникада инновацион технологиялар: физик ечимлар, метрологик ўлчашлар ҳамда электроника ва асбобсозлик муаммолари Мавзусидаги республика миқёсидаги Илмий– амалий анжумани материаллари. Қарши-2023. 160-162 б.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида таҳрир қилинди

Босишга рухсат этилди: 29.01.2024 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 2,8. Адади 100. Буюртма №10-07
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