

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА  
БЕРУВЧИ (PhD).40/30.12.2020.Т.129.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**СИДДИҚОВ ИКРОМЖОН ИМИНЖОНОВИЧ**

**ТАРКИБИДА ФОСФОР-, ОЛТИНГУГУРТ- ВА МЕТАЛЛ САҚЛАГАН  
ЁНГИНБАРДОШ ПОЛИМЕР ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИНИ  
ТАДҚИҚ ЭТИШ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**05.10.02 – Фавқулодда вазиятларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат, ядро ва радиация  
хавфсизлиги**

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

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2023**

**Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора (DSc) техническим наукам**  
**Contents of dissertation abstract of doctor (DSc) of technical sciences**

**Сиддиқов Икромжон Иминжонович**

Таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган ёнғинбардош полимер қурилиш материалларини тадқиқ этиш ва технологиясини яратиш..... 3

**Сиддиқов Икромжон Иминжанович**

Исследование и разработка технологии фосфор- серо- и металлсодержащие огнестойкие полимерные строительные материалы..... 31

**Siddiqov Ikromjon Iminjonovich**

Research and development of technology phosphorus - sulfur and metal-containing fire-resistant polymer building materials..... 57

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works..... 61

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА  
БЕРУВЧИ (PhD).40/30.12.2020.Т.129.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАР  
ВАЗИРЛИГИ АКАДЕМИЯСИ**

**СИДДИҚОВ ИКРОМЖОН ИМИНЖОНОВИЧ**

**ТАРКИБИДА ФОСФОР, ОЛТИНГУГУРТ ВА МЕТАЛЛ САҚЛАГАН  
ЁНГИНБАРДОШ ПОЛИМЕР ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИНИ  
ТАДҚИҚ ЭТИШ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**05.10.02 – Фавқулодда вазиятларда хавфсизлик. Ёнгин, саноат, ядро ва радиация  
хавфсизлиги**

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

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.DSc/Т294 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академиясида бажарилган.

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

**Илмий маслаҳатчилар:** **Джалилов Абдулахат Турапович**  
кимё фанлари доктори, академик

**Нуркулов Файзило Нурмунинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Боходиров Азизбек Абдулазизович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Бекназаров Ҳасан Сойибназарович**  
техника фанлари доктори, профессор;

**Маджидов Иномжон Уришевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:** **Наманган муҳандислик-қурилиш институти**

Диссертация ҳимояси Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.40/30.12.2020.Т.129.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик илмий кенгашнинг 2023 йил 31 март соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: Тошкент шаҳар, 100102, Янгиҳаёт тумани, Дўстлик кўчаси, 5–уй. Тел.: (+99871) 258–56–57, e-mail:info@akademiya.fvv.uz).

Диссертация билан Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси Ахборот–ресурс марказида танишиш мумкин (№\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: Тошкент шаҳар, 100102, Янгиҳаёт тумани, Дўстлик кўчаси, 5–уй. Тел.: (+99871) 258–56–57, e-mail:info@akademiya.fvv.uz).

Диссертация автореферати 2023 йилнинг “\_\_\_” март куни тарқатилди.  
(2023 йилнинг \_\_\_ кунидаги №\_\_–рақамли реестр баённомаси).

**Б.Т.Ибрагимов**

Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Х.М.Дусматов**

Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш илмий котиби к.ф.н., доцент

**Р.И.Исмоилов**

Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси т.ф.д., профессор.

## КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда сўнги йилларда табиий ва синтетик оловбардош полимер қурилиш материалларига бўлган эътибор тобора ортиб, замонавий технологиялар асосида қурилган бино, иншоотларнинг ёнғин хавфсизлигини таъминлаш долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Бироқ, кўплаб фойдали жиҳатлари билан бир қаторда, антипиренлар билан ишлов берилмаган қурилиш материаллари ёнғин хавфини оширади. Ушбу ёнғинлар, қурилиш материалларни ёнғиндан химоя қилинмаганлиги, ёнғиндан химояловчи оловбардош таркибларни самарадор эмаслиги, уларнинг ёғоч ва полимер материалларига ишлов беришда замонавий технологиялардан фойдаланилмаганлиги каби сабаблар билан боғлиқ. Шунинг учун, қурилиш материалларининг оловбардошлигини оширувчи таркибида фосфор, олтингугурт ва металл бўлган антипиренлар ишлаб чиқиш ҳамда уларнинг оптимал таркибларини яратиш ва таъсир этиш механизмини такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда полимер ва ёғоч ва у асосидаги материалларини ёнғинчанлигини камайтириш учун махсус кимёвий қўшимча моддаларни тадқиқ этиш, уларни олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу йўналишда самарали кимёвий қўшимчалар сифатида маҳаллий хомашёлар асосида юқори самарадорликка эга, экологик хавфсиз ва арзон олигомер антипиренларни синтез қилиш, конструкцион ва пардозлаш материали сифатида қўлланиладиган полимер ва ёғоч материалларини ёнғинчанлиги ва ёниш натижасида ажралиб чиқадиган захарли газлар миқдорини камайтириш, олтингугурт боғловчиси асосида олинадиган материалларнинг оловбардошлик даражасини ошириш орқали уларнинг имкониятларидан кенг фойдаланиш учун ишлатилиш жабҳаларини кенгайтиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда қурилиш материаллари саноатини ривожлантириш, улар асосида қурилишда кенг қўлланиладиган ёнғинчан хусусиятга эга бўлган полимер, ёғоч ва у асосидаги материалларни ёнғинчанлиги ва ёниш натижасида ажралиб чиқадиган захарли газлар миқдорини камайтириш мақсадида турли кимёвий таркиблар яратилган ва синтез қилинган бўлиб, мавжуд бино ва иншоотларни ёнғиндан химоялаш йўналишида муҳим натижаларга эришилган. Шу билан бир қаторда, қурилиш материалларининг оловбардошлигини оширишда маҳаллий хомашёлардан фойдаланиш, янги антипиренлар яратиш ва қўллаш технологияларни ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга татбиқ этишга қаратилган тадқиқот ишларини жадаллаштириш зарурати туғилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 21 февралдаги “Уй-жойлар қурилишини ва қурилиш материаллари саноатини қўллаб қувватлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-139-сон<sup>1</sup>, ва “Республикада ишлаб чиқаришни ривожлантириш ва саноат кооперациясини

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 21 февралдаги “Уй-жойлар қурилишини ва қурилиш материаллари саноатини қўллаб қувватлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-139-сонли қарори.

кенгайтиришнинг самарали тизимини яратиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2022 йил 24 январдаги ПҚ-99-сон қарорлари ҳамда Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 20 октябрдаги 649-сон “Ёнғин хавфсизлиги қоидаларини тасдиқлаш тўғрисида”ги қарори ва мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.**

Полимер, ёғоч ва у асосидаги материалларни ёнғиндан химояловчи антипиренларни амалиётга жорий қилишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, жумладан, National Institute of Environmental Health, North American Flame Retardant Alliance (NAFRA), Institute of Environmental Health, University of Dayton Research Institute (UDRI) Center for Flame Retardant Materials, Central Michigan University, Henan Engineering Laboratory of Flame Retardant Materials (хитой), National Engineering Research Center of Flame Retardant (Хитой), Henan Engineering Laboratory of Flame Retardant Materials. Center for Flame Retardant Materials Science KAJIWARA Natsuko National Institute for Environmental (Япония), Medical Research Center of King Abdulaziz University. Japan National Institute of Materials Science (NIMS), Japan Fire Retardant Association, National Boron Research Institute Ankara, Бутунроссия ёнғинга қарши мудофа илмий-тадқиқот институти, Россия авиация материаллари илмий-тадқиқот институти, В.В.Воеводский номидаги Кимёвий кинетика ва ёниш институти, Россия ФВВ Ёнғин хавфсизлиги илмий-тадқиқот институти, Беларусия республикаси ёнғин хавфсизлиги ва фавқулодда ҳолатлар муаммолари илмий-тадқиқот институти, Тошкент кимё технологиялар илмий-тадқиқот институти каби бир қатор илмий-тадқиқот институтлари ва олий таълим муассасаларида олиб борилмоқда. Дунёда полимер, ёғоч ва у асосидаги материалларининг ёнувчанлик даражаларини пасайтириш, ёниш натижасида ажралиб чиқадиган тутун ва ёнувчан захарли газлар миқдорини камайтириш учун қўлланиладиган юқори самарали антипиренларни синтез қилиш ҳамда технологиясини яратиш бўйича устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сўнги йилларда дунёда полимер, ёғоч ва у асосида тайёрланган ёнувчан қурилиш материалларини ҳамда буюмларнинг ёнувчанлигини камайтириш, конструктив материал сифатида қўлланиладиган минерал боғловчилар асосидаги материалларни

---

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: <https://www.americanchemistry.com>, <https://www.niehs.nih.gov>, <https://udayton.edu> > ctr > frms, <https://brown.edu>, <https://www.cmich.edu>, <https://ccce.henu.edu.cn> > info, <https://english.bit.edu.cn> > labs, <https://ccce.henu.edu.cn> > info, <https://udayton.edu> > centers, <https://www.nies.go.jp> > resear, <https://pubs.acs.org> > doi > abs, <https://www.japanfs.org>, <https://www.jfra.or.jp>, <https://www.researchgate.net>, <https://tekhnosfera.com>, <https://spbftu.ru> > wp-content uploads ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

оловбардошлик даражаларини оширишда М.В.Петрова, Д.А.Корольченко, О.Н.Сивенков, Р.М.Асеева, Е.А.Анохин, М.А.Балакин, С.В.Афанасьев, Б.Б.Серков, В.Ostman, A.Faiz, S.Thelandersson, H.Bailleres, В.М.Нигматуллина, А.Н.Баратов, И.Г.Романенко, Ф.А.Левитес, К.С.Минскер, Б.Э.Геллер, Н.Н.Ксандопуло, В.И.Кодолов, И.В.Ляпунов, З.Виллард, С.Вондра, Т.Уэда, В.Фенимо, С.А.Балтышев, А.Т.Джалилов, Б.А.Мухамедгалиев, Ф.Н.Нурқулов, М.У.Каримов, И.И.Исмоилов ва бошқалар томонидан изланишлар олиб борилган. Улар томонидан ёнғиндан химояловчи турли таркиблар яратилган бўлиб, ёғоч, мато, полимер ва бошқа материалларга антипиренлар таъсир қилиш орқали уларнинг физик-механик ва кимёвий хоссалари ўрганилган. Бироқ, антипирен таъсир этилган ёғоч материалларининг барча ёнувчанлик хусусиятлари, антипиренлар таъсирининг табиий шароитдаги даврийлиги ҳамда уларни ёғоч материаллари билан модификациялашнинг экологик ва иқтисодий самарадор технологиясини такомиллаштириш масалалари янада кенгроқ тадқиқ қилишни талаб этилаётганлигини кўрсатмоқда.

Ҳозирги кунда жадал суратлар билан қурилаётган бино ва иншоотларни ёнғин хавфсизлигини таъминлашда уларда қўлланиладиган қурилиш материаллари ва конструкцияларининг ёнғин хавфини камайтиришда ишлатиладиган чет элдан валюта эвазига келадиган антипиренларни таннархи арзон маҳаллий хомашёлар асосида ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш борасидаги илмий изланишларни янада жонлантиришни тақозо этмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академияси илмий-тадқиқот ишлари режасининг КА-14-003 “Саноат чиқиндилари асосида олинган ресурстежамкор антипиренлар билан ишлов берилган оловбардош қурилиш материалларини яратиш ва тадқиқ этиш” (2015-2017); МВ-Атех-2018-58 “Янги авлод металлорганик олигомер қўшимчали оловбардош, иссиқлик изоляцияловчи қурилиш материалларини тадқиқ этиш ва технологиясини яратиш” (2018-2020); Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти режасининг КМ-20192515 “Автомобиль йўллари қурилишида қўллаш учун маҳаллий хомашё асосида модификацияланган серобетон ишлаб чиқариш” (2020-2021) мавзусидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** маҳаллий хомашёлар ёрдамида самарадор полифункционал олигомер антипиренлар яратиш ва улар асосида полимер, ёғоч материалларини ҳамда олтингугурт таркибли бетонларни ёнғиндан химоялашнинг самарадор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

маҳаллий хомашёлар асосидаги полифункционал олигомер антипиренларни синтез қилиш ва уларнинг ёнғиндан химоялаш хусусиятини тадқиқ қилиш;

яратилган полифункционал антипиренларининг полимер ва ёғоч материаллари теплофизик хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш;

полифункционал антипиренлар билан ишлов берилган полимер ва ёғоч ва материаллари структураси, физик-механик ва кимёвий хоссаларига таъсирини ўрганиш;

полифункционал антипиренлар билан модификацияланган олтингугурт таркибли бетонларни теплофизик ва радиацион хоссаларини ўрганиш;

ёнувчан полимер, ёғоч материалларини ёнувчанлигини камайтириш ва олтингугурт таркибли бетонларни оловбардошлилик даражасини оширишда полифункционал антипиренларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш;

полифункционал антипиренларни ёғоч, полимер ва олтингугурт таркибли бетонларга қўллашнинг иқтисодий самарадор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг объекти сифатида** маҳаллий хомашёлар асосида олинган полифункционал олигомер антипиренлар билан ишлов берилган полимер, ёғоч ва олтингугурт таркибли бетон материаллари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** полифункционал олигомер антипиренлар билан ишлов берилган полимер, ёғоч ва олтингугурт таркибли бетон материалларини физик-механик ва физик-кимёвий кўрсаткичлари ташкил қилади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида полифункционал антипирен таркибларни яратиш ва физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ этишда инфрақизил спектроскопияси (ИК), рентгенфаза (РФА) ва термогравиметрик (ТГ), рентген таҳлил усуллари ҳамда ёғоч, полимер ва олтингугурт таркибли бетон материалларининг ёнувчанлик ва оловбардош хусусиятларини аниқлашдаги стандарт усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** куйидагилардан иборат:

полимер ва ёғоч материалларини ёнғиндан ҳимоялашда маҳаллий хомашёлар асосида олинган АДЖ маркали 5 та полифункционал антипирен таркиблар ва олтингугурт боғловчи асосидаги бетонларни ёнувчанлик кўрсаткичларини камайтириш учун В1 ва В2 марка модификаторларининг янги маркаларни олиш технологияси ишлаб чиқилган;

полифункционал антипирен таркиблар билан ёғоч материалларига чўтка, пуркагич ва босим остида ишлов бериш орқали олинган ёнғинбардош қурилиш материалларнинг аланга таъсирида масса йўқотиш самарадорлиги 68,9% дан 5,83% гача пасайганлиги аниқланган;

полифункционал антипиренлар билан ишлов берилган полимер ва ёғоч ва материаллари структураси, физик-механик ва кимёвий хусусиятларини инфрақизил спектроскопияси (ИК), рентгенфаза (РФА) ва термогравиметрик (ТГ) рентген таҳлил усуллари ҳамда ёғоч, полимер ва олтингугурт таркибли бетон материалларининг оловбардош хоссалари стандарт усуллардан фойдалаб аниқланган;

таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган АДЖ маркали полифункционал олигомер антипиренлар юқори ҳарорат таъсирида ҳаводаги

кислород билан бирикиши орқали турли оксидлар ҳамда сув буғларни ҳосил қилиши натижасида қурилиш материалларининг оловбардошлик хоссаларини яхшилаш механизми аниқланган;

оловбардошлиликни ошириш мақсадида яратилган В1 ва В2 маркали модификатор асосида тайёрланган олтингугурт боғловчили бетонларнинг физик-механик, кимёвий хоссалари тадқиқ этилди ва уларнинг теплофизик хоссаларини ортишига ҳамда у асосидаги материални ёнувчан гуруҳдан қийин ёнувчан гуруҳга ўтказилиши аниқланган бўлиб, таркибида фосфор-олтингугурт ва металл бўлган олигомер антипиренларни ёғоч қурилиш материалларга босим остида шимдириш технологияси ишлаб чиқилган;

олтингугурт боғловчиси асосидаги материалларни ишлатилиш жабхаларини кенгайтириш, улардан конструктив материаллар сифатида фойдаланиш мақсадида маҳаллий хом ашёлар асосида яратилган В1 ва В2 модификаторлар ёрдамида уларни ёнувчан гуруҳдан қийин ёнувчан гуруҳга ўтказилишига эришилган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

полимер, ёғоч ва улар асосидаги ёнувчан материалларининг ёнувчанлигини камайтириш учун полифункционал антипиренларнинг оптимал таркиблари ишлаб чиқилган;

ёғоч асосидаги ёнувчан материалларини ёнғин шароитига чидамлилигини ошириш учун ишлов беришнинг оптимал усуллари ишлаб чиқилган;

олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон материалларини оловбардошлигини оширишда янги таркибли модификаторлар яратилган ва уларнинг 10 ва 15% оптимал таркиблари танланган;

маҳаллий хомашёлар асосида яратилган полифункционал антипиренлар билан ишлов берилган ёғоч материалларини КИ кўрсаткичлари 23 дан 49% гача ортиши, сирт бўйича алангани тарқалиш индекси 50 дан 32% гача пасайиши ҳисобига ёнувчан гуруҳдан қийин ёнувчан гуруҳга ўтказилишига эришилган;

полимер материаллари таркибини полифункционал антипиренлар билан модификациялаш натижасида уларнинг кислородли индекс 53% ортишига эришилган;

олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон материалларини радиациядан ҳимояловчи хусусиятлари 10% га оширилишига ва Ts 16243644-001:2019 “Ёғоч материаллари учун ёнғиндан ҳимояловчи таркиб” Ташкилот стандарти ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** тадқиқотларнинг замонавий воситалар ва стандарт усуллардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, тажрибаларнинг қурилиш меъёрлари ва қоидалари асосида амалга оширилганлиги, тажриба ва назарий тадқиқот натижаларининг ўзаро мутаносиблигини, ҳамда ишланманинг амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти – яратилган полифункционал олигомер антипиренлар билан ёғоч материалларига ишлов берилганда ёнғин шароитида

ёғоч материали юзасида кислород оқимини ва учувчан ёнувчи маҳсулотларни ушлаб қолувчи шишасимон парда ҳосил бўлиши, ёғоч материалларида водородли боғларини ҳосил қилишни барқарорлаштириши ҳисобига ёнғинга бардошлилик даражаларини ошиш механизми ўрганилганлиги ва яратилган полифункционал олигомер антипиренлар таркибидаги антипиренлик хусусиятини берувчи моддалар ҳисобига ёнғин шароитида, ёғоч юзасида кичик иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига эга бўлган иссиқликдан ҳимоя қилувчи қатлам ҳосил қилиши аниқланилиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти–ёғоч ва полимер материалларини ёнғинбардошлигини ошириш учун маҳаллий хомашёлар асосида полифункционал олигомер антипиренлар синтез қилиш, антипиренлар билан ёғоч материалларига ишлов беришнинг оптимал усуллари ва технологиясини яратиш, ёнғиндан ҳимояловчи композицияларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш, олтингугурт таркибли бетонларнинг оловбардошлигини ошириш учун модификатор таркиб яратиш, иқтисодий самарадорликни аниқлаш ва таркибга киритиш технологияси яратилганлиги билан изоҳланади.** Яратилган полифункционал олигомер антипиренлар ёрдамида ёнувчан полимер, ёғоч ва олтингугурт таркибли бетонларнинг қурилишда қўлланилиш даражаларини кенгайтирилиши билан аҳамиятлидир.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Таркибида фосфор-, олтингугурт- ва металл сақлаган ёнғинбардош полимер қурилиш материалларини тадқиқ этиш ва технологиясини яратиш бўйича олинган натижалар асосида:

ёғоч ва полимер қурилиш материалларини ёнғиндан ҳимоялаш мақсадида яратилган фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган олигомер антипирен таркиблар “Yong’indan saqlash Buxoro system servis” МЧЖ, Фарғона вилояти Кўнгилли ёнғин ўчириш жамиятига қарашли “O’zbekiston yong’inga qarshi kurashish jamiyati”, ҳамда Хоразм вилояти Хонқа тумани “O’zbekiston yong’inga qarshi kurashish jamiyati” қурилиш материалларни ишлаб чиқариш ва ишлов берувчи корхоналар билан Фавқулудда вазиятлар худудий бўлимлари ҳамкорликда муваффақиятли амалиётга (Ўзбекистон Республикаси Ўзсаноатқурилишматериаллари уюшмасининг 2022 йил 11 апрелдаги 05/15-907-сон маълумотномаси), (Ўзбекистон Республикаси Фавқулудда вазиятлар вазирлигининг 2022 йил 20 апрелдаги 4/4/32-1111-сон маълумотномаси) жорий қилинган. Натижада ёнғиндан ҳимояланган қурилиш материалларининг ёнувчанлик гуруҳи (Ё3) ёнувчан гуруҳидан қийин ёнувчи (Ё1) гуруҳига ўтказилишига эришилган. Шунингдек, АДЖ-12 маркали антипирендан фойдаланишдаги иқтисодий самарадорлик 19190 сўм/кг ни ташкил этган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация ишининг асосий натижалари 4 та халқаро ва 6 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 40 та илмий иш чоп этилган бўлиб, улардан 2 та ихтирога патент,

4 та хорижий журналларда, 11 та Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг техника фанлари доктори диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда, 22 таси халқаро ва республика миқёсидаги анжуманлар тўпламлари ҳамда журналларда нашр этилган.

**Диссертация таркиби ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 200 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш қисмида** диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти, тадқиқот натижалари амалиётга татбиқ этилиши ва нашр этилган ишлар тўғрисида маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **“Фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган полимер боғловчиларни яратишнинг замонавий усуллари ва қўлланилиши”** деб номланган биринчи бобида ёнғинбардош антипиренлар олишнинг долзарблиги, полимер, ёғоч қурилиш материаллари ва буюмларнинг ёнувчанлигини камайтириш ва ёнғиндан химоя қилиш усуллари, турли таъсирларга барқарор бетон ишлаб чиқаришнинг долзарблиги ва қўллаш соҳалари, ёнғин ва радиациядан химояловчи олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон қурилиш материалларини тузилиши ва хусусиятлари бўйича илмий асосланган таҳлиллари келтирилган.

Диссертациянинг **“Таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган олигомер антипирен таркибларни яратиш ва физик–кимёвий хассаларни ўрганиш”** деб номланган иккинчи бобида полифункционал олигомер антипиренларни олиш учун қўлланиладиган модда ва материаллар, уларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, қўлланилиш жабҳалари, шунингдек синов жараёнида қўлланиладиган полимер, ёғоч материаллари ва уларнинг ёниш жараёнига таъсир қилувчи асосий омиллар, тадқиқотлар давомида қўлланиладиган физик-механик ва теплофизик усуллар, синов тажрибаларида қўлланиладиган лаборатория қурилмалари ҳамда уларнинг ишлаш принципи ва синов тажрибаларини ўтказиш тартиби ва таҳлили берилган.

Маълумки, ҳозирги вақтда экологик тоза, арзон, иқтисодий самарадор ва маҳаллий хомашёлар асосидаги антипирен таркибларни яратиш ва уларни бино ва иншоотларда қўлланиладиган материал ва конструкцияларда ишлатиш муҳим аҳамият касб этади. Шунинг билан бирга олган ҳолда таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган АДЖ-12 маркали полифункционал олигомер антипиренлар синтез қилинди, синтез қилиш жараёни қуйидагича амалга оширилди.

250 мл ҳажмдаги стаканга 10 г ортофосфор кислотаси, 5 г зола аралашмаси (рух оксиди, магний оксиди, алюминий оксиди ва кремний оксиди)

солиниб, бир хил жинсга келгунча аралаштирилди. Доимий аралаштириш билан 15 г цианур кислотасининг сувли эритмаси кўшилади, сўнгра ҳосил бўлган массага 2 г борат кислотаси, 1,5 г эпихлорогидрин кўшилди. Қоришма 30 дақиқа давомида аралаштирилди. Кейин доимий аралаштириш билан реакция аралашмаси 100-110 °С ҳароратгача қиздирилади ва 1,5 соат давомида ушлаб турилди. Сўнгра маҳсулот хона ҳароратига қадар совутилади. Синтез қилинган антипиреннинг рН-7 муҳитидаги чиқиши 94% ни ташкил қилади. Металл таркибли АДж-12 олигомер антипиренининг чиқишига ҳарорат, таркиблар нисбати ва вақт шунингдек катализатордан фойдаланиш таъсир қилиши ўрганилди. Таклиф этилаётган АДж-12 маркадаги олигомер антипиренларни (1-жадвал), оптимал шароитда (Т=100 °С, τ= 1,5 соат) олигомер бирикмаларидаги юқори унум ортофосфор кислотаси ва кул (зола уннос) аралашмаси, цианур кислота, бор кислотаси, эпихлорогидрин 1-1:0,5:1,5:0,5:0,5 нисбатида бир жинсли дисперс аралашма олинади. Бунда антипирен унуми 94% ни ташкил этади.

1-жадвал

**АДж-12 маркадаги олигомернинг физик-кимёвий хусусиятлари**

№	Хоссалари	Кўрсаткичлари
1.	Ташқи кўриниши	Сариқдан жигарранггача бўлган қуюқ, қовушқоқ модда
2.	Муҳити рН	7
3.	Зичлик (25°С), г/см <sup>3</sup>	1,1
4.	Чиқиш, %	94
5.	Эрувчанлик	Сувда эрийди

Шунингдек, таркибида фосфор ва металл сақлаган АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 ва АДж-16 маркали олигомер антипирен таркибларни яратиш ва физик-кимёвий хоссаларни тадқиқ этиш бўйича тадқиқот ишлари ёритилишига эришилган.

Олтингурут асосидаги бетонларни олишда уларни оловбардошлигини ошириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Ушбу муаммони ҳал қилиш мақсадида юқорида синтез қилинган АДж-14 олигомер антипирени ёрдамида В1 ва В2 маркадаги олтингурут таркибли боғловчилар асосидаги модификаторлар яратилган ва улар асосида бетонларни теплофизик хоссаларини ошириш мақсадида янги таркиблар ишлаб чиқилди (2-жадвал).

2-жадвал

**В1 маркали олтингурут таркибли боғловчилар асосидаги бетонлар учун модификатор**

Т/р	Таркиб номи	Миқдори, %
1	АДж-14 маркали олигомер антипирен	10
2	Алюминий гидроксид	55
3	Кремний оксид	20
4	Цианур кислота асосидаги аддукт (цианур кислота, мочевино ва аммофос)	15

В1 маркали модификаторни олиш жараёнида ҳарорат, вақт ҳамда бошланғич таркибларни нисбатлари ўрганилди. Натижада олтингурут сақлаган

боғловчилар асосидаги бетонлар учун самарадор таркибларни оптимал нисбатлари ва уларни олишнинг вақт ҳамда ҳароратга боғлиқлик нисбати аниқланди. Олинган В1 маркали модификаторларнинг физик-кимёвий хоссалари ГОСТ ва кимёвий таркибларни аниқлаш услублари асосида аниқланди(3-жадвал).

3-жадвал

**В1 маркали модификаторнинг физик-кимёвий хоссалари**

<b>Т/р</b>	<b>Кўрсаткичларнинг номланиши</b>	<b>В1 маркали модификатор</b>
1.	Ташқи кўриниши	Оқ сарғиш рангли куқун
2.	Муҳити, рН	7,5
3.	Зичлиги, г/см <sup>3</sup>	2,38
4.	Юмшаш ҳарорати	260
5.	Эрувчанлиги	22°С да 2-3%

Диссертация ишининг “Таркибида фосфор, олтингурут ва металл сақлаган олигомер антипиренларни қурилиш материаллари билан модификациялашнинг оптимал шароитлари ҳамда уларнинг физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш” деб номланган учинчи бобида АДж-12, АДж-13 ва АДж-14 маркали олигомер антипиренлари ёрдамида ёғоч материалларини модификациялашнинг оптимал шароитлари ҳамда уларнинг теплофизик хоссалари тадқиқ этилган.

Маълумки антипиренлар ҳимояланиладиган материални ёниши ва туташига тўсқинлик қилиши, металл қисмларида коррозияни чақирмаслиги, узоқ муддатли таъсирга эга бўлиши, ёғочнинг гигроскопиклик хоссасини оширмаслиги, инсонлар ва ҳайвонлар соғлиги учун зарарли бўлмаслиги, ёғочга суртилган лок-бўёқ қопламасига салбий таъсир кўрсатмайдиган бўлиши, шимдириладиган материалнинг биочидамлигини таъминлаши, материалга механик ишлов берганда қийинчилик туғдирмайдиган бўлиши, шимдириладиган материал хоссаларига таъсир этмаслиги ва танқис бўлмаслиги каби асосий талабларга жавоб бериши зарурлигини инобатга олган ҳолда, қўлланиладиган антипирен моддасини 22, 30 ва 40 °С ҳароратдаги сувда эритилиб сўнгра уларни турли ишлов бериш усуллари бўйича оптимал таркибдаги самарадорлик даражалари ўрганилди.

АДж-12, АДж-13 ва АДж-14 антипиренлари билан ишлов берилган ёғоч материалларининг ёнувчанлик гуруҳи ГОСТ 12.1.044-89 талаблари асосида қийин ёнувчи ва ёнувчи қаттиқ мода ва материаллар гуруҳи усулида тажриба йўли билан аниқланди. Ёғоч материали бўйича қийин ёнувчи ва ёнувчан қаттиқ мода ва материаллар гуруҳини тажриба усулида аниқлаш натижалари 4-жадвалда келтирилган. Ўтказилган тажриба натижаларида қўлланиладиган антипиреннинг самарадорлик даражасини антипиренни иқтисод қилиш хисобига уни сувда эрувчанлик кўрсаткичи орқали аниқланди. Олиб борилган тажриба натижалари шуни кўрсатадики, 22°С ҳароратдаги сувда эритилган АДж-12 маркали олигомер антипирен билан ишлов берилган ёғоч материаллари 20% антипирен миқдорига эга бўлганда Ё1 гуруҳга мансуб бўлди,

шу кўрсаткич 30<sup>0</sup>С ҳароратдаги сувда эритилган АДЖ-12 марка антипирен билан ишлов берилган ёғоч материалларида 15% да, 40<sup>0</sup>С ҳароратдаги сувда эритилган АДЖ-12 марка антипирен билан ишлов берилган ёғоч материалларида эса бу кўрсаткич 10% антипирен аралашмасида маълум бўлди.

**4-жадвал**

**Арча ёғочи бўйича қийин ёнувчи ва ёнувчан қаттиқ мода ва материаллар гуруҳини тажриба усулида аниқлаш натижалари**

Тартиб рақами	Таъсир этилган антипирен миқдори, %	Газ ҳолатидаги ёниш маҳсулотларининг максимал ҳарорати, °С	Максимал ҳароратга етиб келиш вақти, сек	Намунанинг оғирлиги, гр		Намунанинг масса йўқотиши, %	Ёнувчанлик гуруҳи
				тажрибагача	тажрибадан кейин		
Эталон намуна	0	435	95	159,1	49,5	68,9	Ё3
22 <sup>0</sup> С ҳарорат сувда эритилган АДЖ-12 марка антипирен билан ишлов берилган ёғоч материаллари							
1	5	298	108	146,1	122,3	17	Ё 2
2	10	260	110	159,3	137,8	13,5	Ё 2
3	15	247	115	152,1	133,7	12,09	Ё 2
4	20	211	120	146,4	132,7	9,35	Ё 1
5	25	191	120	151,2	139,9	7,47	Ё 1
30 <sup>0</sup> С ҳарорат сувда эритилган АДЖ-12 марка антипирен билан ишлов берилган ёғоч материаллари							
1	5	298	114	166,3	146,2	12,08	Ё 2
2	10	266	116	164,7	147,4	10,5	Ё 2
3	15	219	120	163,8	149,1	8,97	Ё 1
4	20	189	120	150,4	137,1	8,84	Ё 1
5	25	180	120	159,3	147,8	7,22	Ё 1
40 <sup>0</sup> С ҳарорат сувда эритилган АДЖ-12 марка антипирен билан ишлов берилган ёғоч материаллари							
1	5	247	115	164,4	145,6	11,4	Ё 2
2	10	235	120	164,4	149,6	9	Ё 1
3	15	186	120	162,1	149	8,1	Ё 1
4	20	169	120	157,6	145,4	7,74	Ё 1
5	25	151	120	151,2	139,9	7,47	Ё 1

Олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон материалларни оловбардошлигини ошириш учун В-1 ва В2 маркали модификаторлар билан

модификациялашнинг оптимал шароитлари ҳамда уларнинг физик-механик хусусиятлари тадқиқ этилди. Қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноатида инновацияларнинг қиймати ва иқтисодий самарадорлиги улардан фойдаланиш натижасида бир вақтнинг ўзида ҳал қилиш мумкин бўлганда ортиши аниқланди. Олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги бетонлар ўзининг кичик сув шимувчанлиги ва сув ўтказувчанлиги, қисқа муддатларда ўз шаклини сақлаши ва мустаҳкамликка эришиши, коррозияга юқори чидамлилиги билан оддий оғир бетонлардан ажралиб туради.

Олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги бетонларни тайёрлаш технологияси куйидагича амалга оширилади: йириклиги 5 мм бўлган қум, 5-40 мм йирикликдаги чақиқтош, керакли миқдордаги олтингургрт ва В1 ва В2 маркадаги модификатор солиниб, 120-140 °С хароратда қиздирилади, зарур шакл берилади, тахминан 40 °С хароратда совутилади ва шаклдан ечилиб, хона хароратида совутилади. Олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги тайёрланган бетонларнинг таркиби 5–жадвалда келтирилган.

5–жадвал

**Олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги тайёрланган бетонларнинг оптимал таркиби**

Т/р	Таркиблар	Намуналар таркиби, %			
		Эталон	В1 марка модификатор асосидаги бетон	В2 марка модификатор асосидаги бетон	Анъанавий модификатор асосидаги бетон
1.	Чақиқтош	40	35	37	35
2.	Олтингургрт	30	30	30	30
3.	Қум	30	25	25	25
4.	В1 маркали модификатор	-	10	-	-
5.	В2 маркали модификатор	-	-	8	-
6.	Пирилак	-	-	-	10

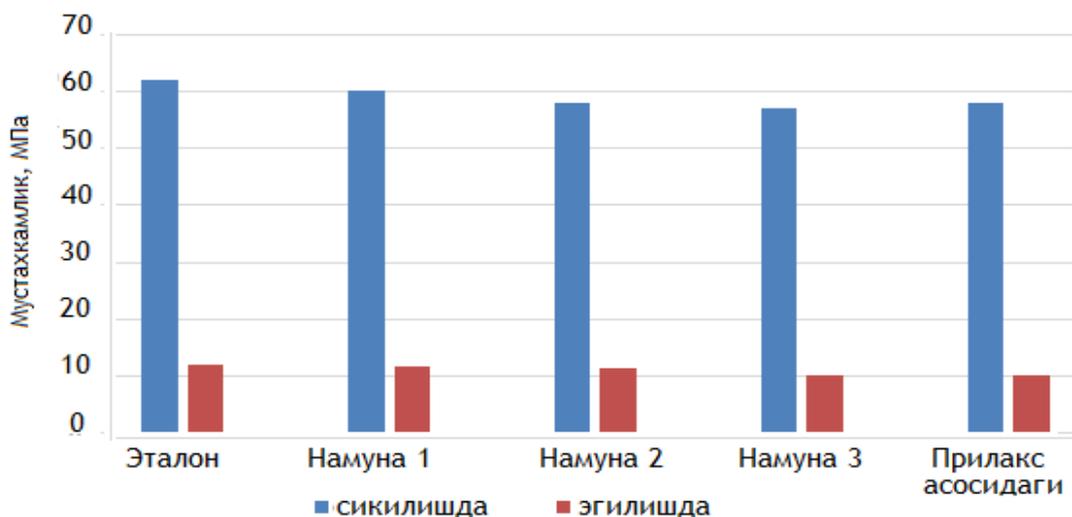
Олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги бетонларнинг физик-механик хоссаларини аниқлашда оптимал таркибли ёнувчанликни камайтирувчи моддалар миқдори аниқланди ва таркиб куйидагича танланди (6–жадвал).

6–жадвал

**В1 маркадаги олтингургрт таркибли боғловчилар асосидаги тайёрланган бетонларнинг оптимал таркиби**

Т/р	Таркиблар номи	Эталон	Таркиб В1		
			1	2	3
1.	Чақиқтош	40	40	35	30
2.	Қум	30	25	25	25
3.	Олтингургрт	30	30	30	30
4.	В1 маркали модификатор	0	5	10	15

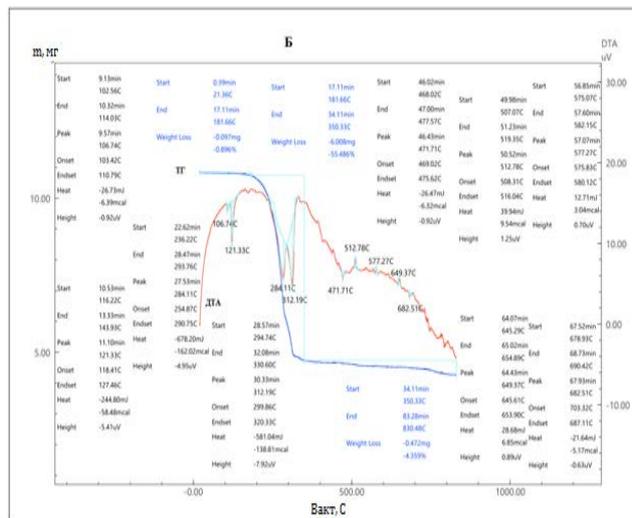
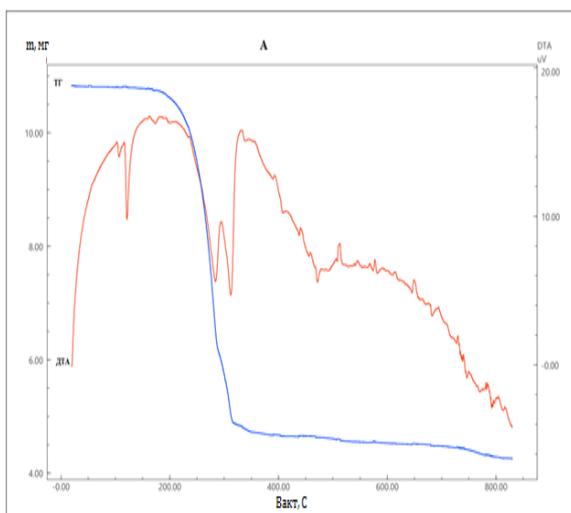
Танланган таркиблар бўйича В1 модификаторининг оптимал миқдорини аниқлаш бўйича амалдаги меъёрий ҳужжатлар талаблари асосида уларнинг физик-механик, кимёвий ва теплофизик хоссалари аниқланди.



**1-расм. V1 маркали модификатор билан олтингургурт таркибли боғловчилар асосидаги бетонларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари**

Ёнувчанликни камайтирувчи V1 ва V2 марка модификаторлар асосида тайёрланган олтингургурт таркибли бетонларнинг сиқилиш ва эгилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари оддий олтингургурт таркибли бетонлар мустаҳкамлигига нисбатан 3-4% камайиши кузатилди. V1 ва V2 маркали кўшимчаларнинг олтингургурт таркибли бетонлар мустаҳкамлигини таъминлаш вақтига таъсири сезилмади, анъанавий олтингургурт таркибли бетонлар сингари 1,1 соат давомида мустаҳкамликка эришилди. V1 ва V2 маркали ёнувчанликни камайтирувчи кўшимчалар асосидаги олтингургурт таркибли бетонларни олтингургурт кислотаси ( $N_2SO_4$ ) ва аммоний сульфатга  $(NH_4)_2SO_4$  синалганда кимёвий чидамлик бўйича анъанавий олтингургурт таркибли бетонлар кимёвий чидамлигидан ўзгаришлар кузатилмади. Олтингургурт таркибли бетонларга V1 ва V2 маркали ёнувчанликни камайтирувчи оптимал миқдорда кўшимчалар кўшилиши уларнинг амалдаги меъёрий хужжатлар асосида физик-механик, кимёвий ва теплофизик хоссалари аниқланилди. V1 ва V2 оловбардошлик даражасинини камайтирувчи таркиблар асосида тайёрланган олтингургурт таркибли боғловчилар асосидаги бетонларнинг зичлиги таркибга оптимал миқдорда модификаторлар киритилиши ҳисобига тахминан 2% га камайиши ҳамда сиқилиш ва эгилишдаги мустаҳкамлик даражалари оддий олтингургурт таркибли бетонлар мустаҳкамлигига нисбатан 3-4% камайиши кузатилди.

Диссертациянинг **Олигомер антипиренлар билан модификацияланган қурилиш материалларни термик барқарорлиги, оловбардошлиги ҳамда радиациядан ҳимояловчи хусусиятларни тадқиқ этиш** деб номланган 4 бобида таркибида фосфор, олтингургурт ва металл сақлаган олигомер антипиренлар билан модификацияланган қурилиш материалларнинг термик барқарорлигини тадқиқ этилди. Олиб борилган таҳлил натижасида ТГА эгри чизиғида ҳарорат кўтарилиши билан №V1 маркали олтингургурт таркибли бетоннинг 181°C дан 450 °C ҳароратда вазн йўқотиши 10,7 мг ташкил этиб, умумий массага эга бўлган композитни 50% қисми деструкцияланиши кузатилди.



**2-расм. V1 маркали олтингугурт таркибли бетон композитларни термик барқарорлиги: А-V1 маркали бетон композитларни ТГ, ҳарорат ва ДТА анализларни умумий таҳлили; Б-V1 маркали бетон композитларни термик анализларнинг бутун тафсилоти бўйича таҳлили.**

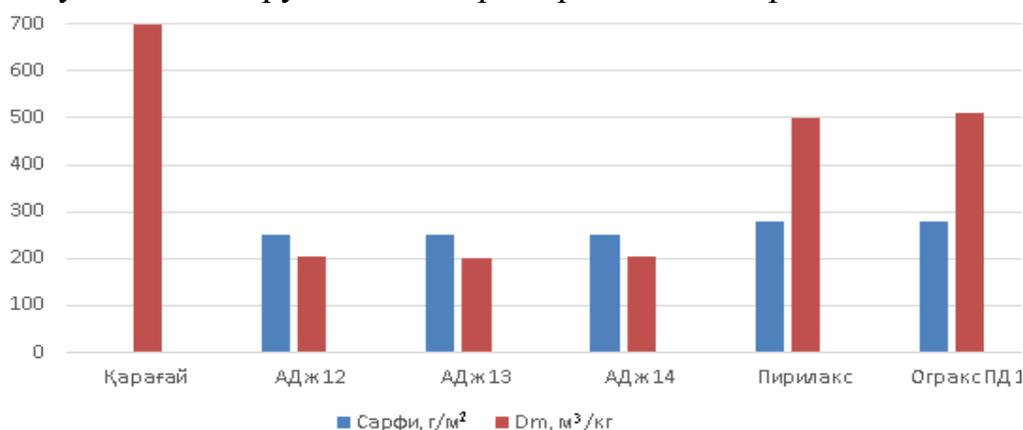
Ушбу композит 830 °C ҳароратгача қиздирилганда 82 дақиқа давомида 6,4 мг масса йўқотди ва ушбу кўрсаткич умумий массанинг 59,8% ни ташкил этди. Термик жараёнларни кузатиб бориш натижасида асосий вазн йўқотиш содир бўлган ҳароратларда экзотермик таъсирлар ҳам аниқланди, яъни (ДТА) жараён 9,13 дақиқада 102,5 °C ҳароратгача кўтарилиши, 9,57 дақиқада 106,74 °C ҳароратгача кўтарилиши, 11,10 дақиқада 121,33 °C ҳароратгача кўтарилиши, 27,53 дақиқада 284,11 °C ҳароратгача кўтарилиши, 30,33 дақиқада 312,19 °C ҳароратгача кўтарилиши, 46,43 дақиқада 471,71 °C ҳароратгача кўтарилиши ҳамда 67,93 дақиқада 682,51 °C ҳароратгача кўтарилиши сингари олтига иссиқлик ютилиши билан борадиган эндотермик ҳолат мавжудлиги аниқланди. Бундан ташқари 50,72 дақиқада 512,78 °C ҳарорат, 57,07 дақиқада 577,27 °C ҳарорат ҳамда 64,43 дақиқада 649,37 °C ҳароратларда учта иссиқлик чиқиши билан борадиган экзотермик ҳолатлар аниқланди. (2-расм А-Б) ТГА эгри чизиғида ҳарорат кўтарилиши билан №V2 маркали олтингугурт таркибли бетонни вазн йўқотиши 50 °C дан 910 °C ҳароратда 1,95 мг бўлиб, умумий массага эга бўлган композит 0,47 дақиқада 30 °C ҳароратга кўтарилди ва 36,63 дақиқада ҳарорат 381,07 °C гача кўтарилиб вазн йўқотиш (0,422мг) умумий вазни 22,51% қисмини деструкцияланиши кузатилди. Кийинги босқичда 89,87 дақиқада композит ҳарорати 901,64 °C гача кўтарилди ва (0,265мг) 14,141% вазн йўқотилганлиги аниқланди. Шундай қилиб вазннинг умумий йўқотилиши 36,35 % ни ташкил қилди. Ушбу композитда 90 дақиқа давомида 901,64 °C ҳароратгача термик жараёнларни кузатиб бориш натижасида асосий вазн йўқотиш содир бўлган ҳароратларда экзотермик таъсир мавжуд бўлиб (ДТА) жараён 22,95 дақиқада 244,78 °C ҳароратгача кўтарилиб битта иссиқлик чиқиши билан борадиган экзотермик ҳолат аниқланди. Бундан ташқари 61,10 дақиқада 621,01 °C ҳароратда иссиқлик ютилиш жараёни бошланганлиги ва 73 дақиқада 740,82 °C ҳароратда иссиқлик ютилиши жараёни яқунланган бўлиб битта эндотермик ҳолат 692,48 °C ҳароратда 68,42 дақиқада аниқланган(3-расм. А-Б).



3.	АДж-13	10
4.	АДж-14	16
<b>Терак ёғочи</b>		
1.	Эталон намунаси	23
2.	АДж-12	16
3.	АДж-13	13
4.	АДж-14	18

7-жадвалдан маълумки, ишлов берилмаган қарағай ва терак ёғочларининг оловни тарқалиш индекс кўрсаткичи турлича бўлиб, улар юзаси бўйлаб тез аланга тарқаладиган гуруҳга мансуб эканлиги ўрганилди. Қарағай ёғочиди ташқи иссиқлик оқимининг зичлиги терак ёғочди ташқи иссиқлик оқимининг зичлигиан катта бўлганлиги сабабли барча турдаги антипиренлар билан ишлов берилган ёғоч материаллари юзаси бўйлаб секин аланга тарқаладиган гуруҳга мансуб эканлиги кузатилди. Диссертация ишида олигомер антипиренлар билан модификацияланган ёғоч ва полимер материалларнинг тутун ҳосил қилиш ва кислородли индексини ёнғин шароитидаги муҳим кўрсаткичлардан бири бўлган тутун ҳосил қилиш коэффиценти ГОСТ 12.1.044-89 га мувофиқ текширилди. ГОСТ талаблари бўйича қарағай ёғочи учун тутун ҳосил қилиш коэффиценти ўртача 50 кг/м<sup>2</sup> га тенг бўлиб, у кичик-Т1 ўртача ёки Т2-туташ хусусиятига эга бўлади. Лекин, тутаб ёниш вақти  $Dm=600$  м<sup>2</sup>/кг бўлиб, тутаб ёнаётган ёғочни юқори туташ хусусияти Т3 туркумига киритиш мумкин.

Таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган оптимал таркибли АДж-12, АДж-13 ва АДж-14 олигомер антипиренлари билан ишлов берилган ёғоч материаллари ва республикамызда ёғоч материалларини ҳимоялашда кенг қўлланиладиган Пирилакс ва Огракс ПД-1 антипиренлари билан ишлов берилган ёғоч материалларининг туташ хусусияти бўйича олинган натижалар келтирилган. Тутун ҳосил қилиш хусусиятини ўрганиш бўйича ўтказилган текширувлари натижалари шуни кўрсатдики, таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган антипиренлар билан ишлов берилган ёғоч материаллари нафақат уларнинг ёнғин шароитига чидамлилиқ даражасига балки тутун ҳосил қилиш коэффиценти ҳам кескин таъсир қилиб, унинг тутун ҳосил қилиш коэффиценти бўйича Т3 дан Т2 гуруҳига ўтганлиги намоён бўлди. Туташ хусусияти бўйича текширув натижалари 4-расмда келтирилган.



4-расм. Ёғочнинг туташ хусусияти бўйича текширув натижалари диаграммаси

Ишлов бериш усулларига (чўтка билан, босим остида ва пуркаш йўли билан ишлов берилган) кислородли индекс кўрсаткичини боғлиқлиги 15% оптимал таркибли АДЖ-14 олигомер антипирени билан ўрганилди ва қуйидаги 8-жадвалда кўрсатилган натижалар олинди. 15% оптимал миқдордаги турли хил усуллар билан АДЖ-14 марка антипирени билан ишлов берилган ёғоч материалларининг кислород индекси бўйича олинган натижалар шуни кўрсатадики, эталон намунага қараганда ишлов берилган намуналарининг кислород индексига нисбатан 50% га ошганлигини кўрсатди.

8-жадвал

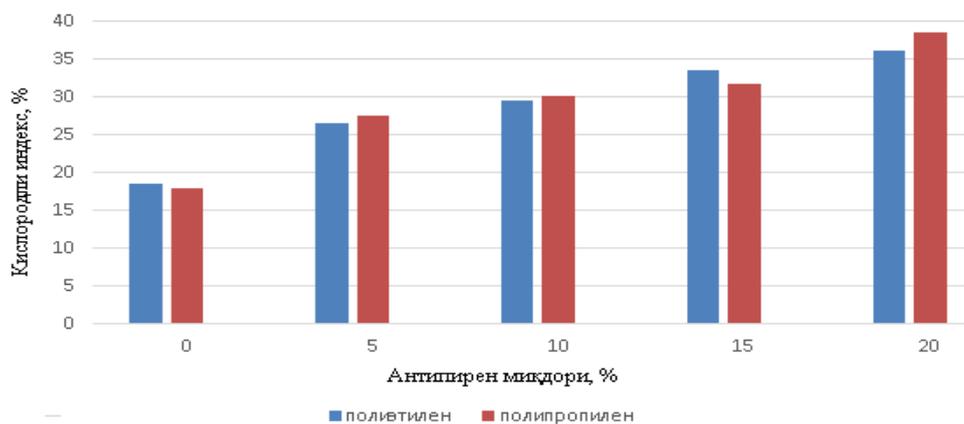
**АДЖ-14 марка антипирен билан турли усулларда ишлов берилган ёғоч материалларининг кислород индекс кўрсаткичлари**

Т/р	Намунанинг номи	Намунанинг ўлчамлари, мм			КИ, %
		эни	қалинлиги	узунлиги	
1.	Эталон намунаси	10	8	70	18,5
2.	15% антипирен чўтка билан ишлов берилган	10	8	70	24
3.	10% антипирен босим остида ишлов берилган	10	8	70	36
4.	15% антипирен пуркаш йўли билан ишлов берилган	10	8	70	27

Шундай қилиб, олинган натижалар шуни кўрсатадики, АДЖ-14 марка антипирени билан ёғоч материалларига ишлов бериш натижасида ёнғин шароитида уларда тутун ҳосил қилиш жараёнининг камайишини кўрсатади. Таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган антипиренларнинг ёнғинга бардошлилиги уларнинг целлюлоза билан кимёвий таъсири натижасида ёнишнинг алангаланиш фазасидаги материалдан чиқаётган иссиқлик миқдорининг камайишига хисса қўшишидан иборат ҳисобланади. Бунда ёғоч материалларидаги мавжуд қийин ёнадиган кўмир ҳамда сақичсимон модданинг чиқиш йўллари камайиши шунингдек, газ тузилишдаги маҳсулотларни чиқиш тезлигининг пасайиши сабаб бўлади.

Маълумки, полимер материаллари халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг қўлланилади. Полимерларнинг асосий камчилиги уларнинг юқори ёнғин хавфи ҳисобланади. Полимер материаллари ва улардан тайёрланган буюмларнинг ёнғин хавфи ёнувчанлик, алангаланиш, заҳарлилик, кислород индекси ва бошқа хоссалар билан белгиланади.

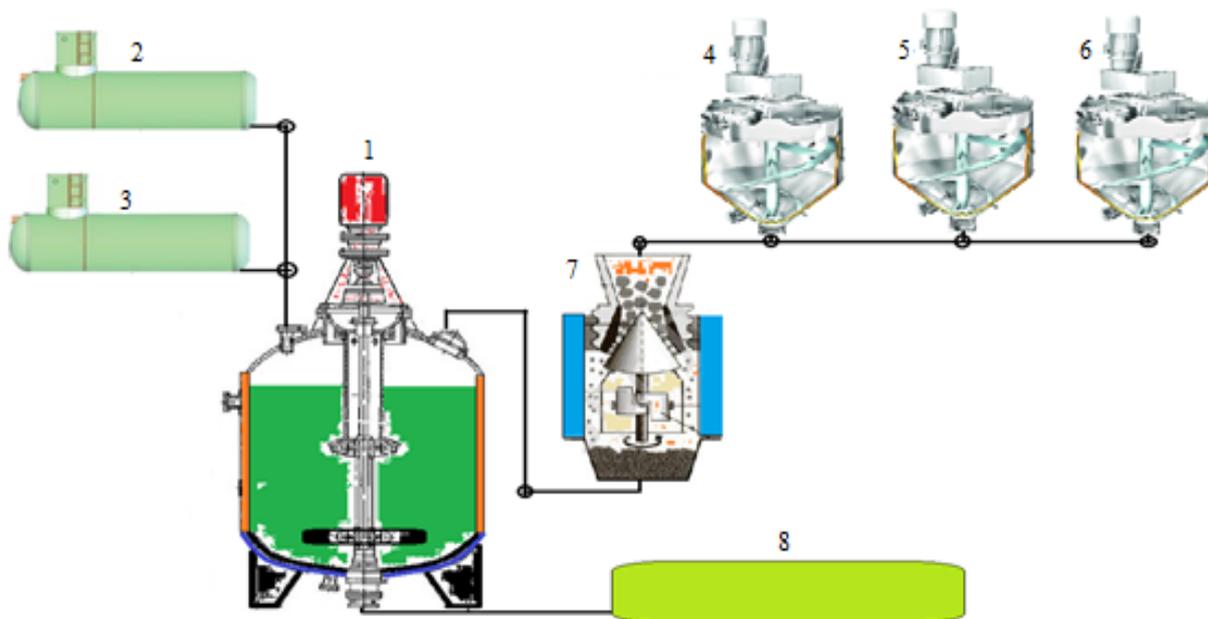
Дигидрофосфат аммоний, фосфор кислотаси, карбомид, диэтанолламин, ПАВ (АБСК) ва катализатор алюминий хлорид асосида синтез қилиниб олинган АДЖ-15 маркадаги ва бентонит, фосфор кислотаси ҳамда зарур миқдорда триэтанолламин қўшилиб тайёрланган АДЖ-16 маркадаги фосфор таркибли олигомер антипиренлари ПЭВП полимери таркибига оптимал таркибда киритилиб, уларнинг КИ кўрсаткичлари аниқланишига эришилди.



**5-расм. АДж-15 маркадаги олигомер антипирени нисбатининг кислородли индексга таъсир диаграммаси**

Тажриба асосида олинган маълумотларга қараганда, полиэтилен таркибига 5, 10, 15 ва 20% миқдорда АДж-15 маркали антипирен киритилганда КИ кўрсаткичининг икки баробарга ортганлиги, полипропилен таркибига киритилганда эса қиймат ундан ҳам юқори кўрсаткичга эришилганлиги маълум бўлди. АДж-16 маркали антипирен киритилган полиэтилен ва полипропилен полимерларида эса бу кўрсаткич нисбатан 25% га кичиклиги аниқланилди. АДж-15 ва АДж-16 маркадаги антипиренларни полиэтилен ва полипропилен полимерларига 20% дан юқори қийматда киритилиши у асосидаги полимер материалларининг таннархини юқори даражада ортишига ва полимер материалларининг физик-механик хоссаларига салбий таъсир этиши мумкинлиги билан тушунтирилади. Таклиф этилаётган АДж-15 ва АДж-16 маркадаги олигомер антипиренларни полимер композицияларига киритилиши уларнинг кислород индексини сезиларли даражада оширади, бу уларнинг ёнмаслигининг асосий мезони ҳисобланади. Бундан ташқари, юқоридаги маълумотлардан шуни айтиш мумкинки, ушбу маркадаги антипиренларни полистирол каби термопластик полимерларда ҳам қўллашга эришилади. Олигомер антипиренларни ишлаб чиқариш жараёни стандарт кимёвий ускуналар ёрдамида олигомер моддалар ишлаб чиқарадиган кимё саноати корхоналарида амалга оширилиши мумкин.

Диссертациянинг **“Таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган олигомерларни яратиш, модификациялаш технологияси, техник иқтисодий самарадорлигини ишлаб чиқиш”** номли 5 бобида республикада биринчи марта полифункционал ёнғиндан ҳимояловчи олигомер моддаларни синтез қилишнинг юқори самарали ва экологик тоза усули ишлаб чиқилди. Юқорида қайд этилган фосфор таркибли бирикмалардан антипирен сифатида фойдаланиш ёғоч, полимер ва улар асосидаги қурилиш материалларини механик хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда ёнувчанлик, алангаланиш, тутун ҳосил қилиш қобилятини, заҳарлилигини камайтириш имконини берди. Олигомер антипиренларни ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган магний, рух, алюминий, кремний оксиди, цианур ва борот кислотаси, глицерин асосидаги эпихлоргидрин, фосфор кислотаси ҳосилалари каби моддалар республикада ишлаб чиқарилиш имконини берди.



**6-расм. АДж-12 олигомер антипиренини олишнинг технологик схемаси.**

**1-реактор (асосий маҳсулот тайёрлаш учун); 2- ортофосфор кислотси учун сиғим; 3-эпихлоргидрин учун сиғим; 4-кул (зол учун чиғим); 5- цианур кислота учун сиғим; 6- борат кислота учун сиғим; 7-майдалағич; 8-тайёр маҳсулот.**

Шу муносабат билан Тошкент кимё технологиялари илмий-тадқиқот институтида эпихлоргидринни фосфорли бирикмалар билан ўз-ўзидан полимерлаш орқали янги олигомерларни олиш жараёни ўрганилди. Ушбу бирикмалар гуруҳининг вакилларида бири сифатида АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 ва АДж-16 каби ёнғиндан ҳимояловчи воситалар таркибдаги зарур моддаларни ортофосфор кислотси билан нейтраллаш натижасида олинади.

Таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 ва АДж-16 маркали антипиренларнинг самарадорлигини баҳолаш амалдаги НПБ 251-98. “Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний” талаблари асосида олиб борилди. Ёғоч буюмлари ва конструкцияларнинг 1 м<sup>2</sup> юзасига таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган антипиренлар билан чўтка, пулвизатор билан ишлов бериш учун қуруқ антипирен моддаси сарфи 100 гр дан кам бўлмаганда у асосидаги конструкцияларнинг ёнғинбардошлик даражаси самарали ҳисобланди. Ёғоч ва у асосидаги материалларни ёнғиндан ҳимоялаш учун республикамизда ва хорижда жуда кўпгина таркиблар ва усуллар ишлаб чиқилган бўлиб, самарали усуллардан бири бу ёғоч материалларига антипиренлар шимдириш орқали амалга оширилади. Қўлланиладиган ёнғиндан ҳимояловчи антипирен моддаси ўз навбатида ёғочдаги термик оксидланиш, ёниш ва алангаланиш жараёнига таъсир ўтказди ва бу антипиренлар карбонизация жараёнини кучайтиради, ҳамда ёғочдаги ёнувчи маҳсулотларнинг чиқишини камайтиради. Ёғоч материалларини босим остида антипиренлар шимдириш асосида ёғочга сарфланиладиган антипирен миқдорини камайтирган ҳолда унинг ёнғинбардошлик даражаси I гуруҳга

эришилиши шу билан тушунтириладики, босим остида ҳарорат 55-60 °С гача ортиши билан ёғоч материаллари ғовакларидаги мавжуд ҳаво чиқиб кетади ва натижада ёнғин таъсирида ёғочни ёнишини таъминловчи кислород муҳити ғовакларга кириши кузатилмайди. Тажриба натижалари шуни кўрсатадики, 1 м<sup>3</sup> ёғоч материалга таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган АДж-12, АДж-13, АДж-14 маркали олигомер антипиренларни сарфи амалда қўлланиладиган анъанавий антипиренлар сарфидан кам миқдорда 60-70 кг дан кўп бўлмаган миқдорда ёғочни қийин ёнувчи материалга айлантиришга эришилди. АДж-12 маркали олигомер антипирен ёғоч материалларга чўтка билан суртиш, пуркаб сепиш ва босим остида шимдириш орқали ишлов берилганда уларнинг вақт ўтиши билан ёнғиндан ҳимоялаш самарадорлик даражаси, массасини йўқотиши ва ёнғинга бардошлиги эканлиги аниқланди (9-жадвал).

АДж-12 маргадаги олигомер антипирен моддасини ёғоч материаллари юзасига чўтка билан суртиш, пуркаб ишлов бериш ва босим остида ишлов бериш орқали уларни ёнғиндан самарадорлик даражасини аниқлаш бўйича ўтказилган тажриба натижаларидан шу нарса маълумки, чўтка билан ишлов берилган ёғоч намуналардаги Масса йўқотилиши 3 йилдан сунг 10,5% ни ташкил этиб Ё2 ёнғинбардошлик гуруҳга мансуб бўлиши кузатилди, шу муддатда пуркаш усули билан ишлов берилган намуналарда масса йўқотилиши 9,4% ни ташкил этди. Босим остида ишлов берилган ёғоч намуналарда уларнинг ёнғинбардошлик гуруҳи ўзгармаганлиги кузатилди. Ёғоч материалларига босим остида ишлов бериш ўзининг юқори самарадорлиги билан бошқа турдаги ишлов бериш усулларида ажралиб туриши ёғочнинг ички юзасидаги ғовакларга ҳам босим таъсирида антипирен моддасини кириб бориши ва тўлдирилиши ҳисобига узоқ муддат ўз хусусиятини сақлаб қолиши исботланди.

9-жадвал

АДж-12 антипирени билан ишлов берилган ёғоч материалларни вақт ўтиши билан самарадорлигини аниқлаш жадвали

Т/р	Эталон	3 кун муддатда		Хоссалари/текширилган муддат, ой							
				3		12		24		36	
		масса йўқотилиши	ёнғинбардошлик гуруҳи	масса йўқотилиши	ёнғинбардошлик гуруҳи	масса йўқотилиши	ёнғинбардошлик гуруҳи	масса йўқотилиши	ёнғинбардошлик гуруҳи	масса йўқотилиши	ёнғинбардошлик гуруҳи
АДж-12 антипирени асосида ишлов берилган											
Чўтка билан ишлов берилган											
1	68,9	8,65	I	8,65	I	8,65	I	9,2	I	10,5	II
Пуркагич билан ишлов берилган											
2	68,9	6,34	I	6,34	I	6,34	I	8,6	I	9,4	II
Босим остида ишлов берилган											
3	68,9	5,83	I	5,83	I	6,03	I	6,6	I	8,3	I

Таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган антипиренларни юзаларга шимдирилиш сарфи бўйича тажриба натижалари ўрганилди. Бунда 1 м<sup>2</sup> юзага 100, 200 ва 300 гр антипирен сарфи билан ишлов берилган намлиги 12%, ўртача зичлиги 520 кг/м<sup>3</sup> бўлган ёғоч намуналар 20-22 °С ҳароратда нисбий намлик 68-70% гача бўлган шароитда 3 йилгача муддатда сақланилиб, уларнинг ёнғиндан ҳимоялаш самарадорлиги аниқланди (10-жадвал).

Ишлов бериш турига бўйича антипиренларнинг вақтга нисбатан самарадорлик даражасини текшириш бўйича олинган маълумотлар асосида ёғоч намуналарининг ёнғинбардошлик самарадорлиги асосан ишлов бериш турига яъни автоклавда ишлов бериш усулига, антипирен сарфининг миқдорига боғликлиги ва таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган АДж-12 ва АДж-14 антипиренларнинг ёнғинбардошлик самарадорлиги камида уч йил давомида сақланиб қолиши аниқланди.

10-жадвал

Ишлов бериш турига бўйича антипиренларнинг вақтга нисбатан самарадорлик даражасини текшириш жадвали

Т/р	Антипирен маркаси	Антипирен сарфи, кг/м <sup>2</sup>	Вақт, йил	Антипиренларнинг ёнғиндан ҳимоялаш самарадорлиги	
				масса йўқотилиши, %	ёнғинбардошлик гуруҳи
<b>Чўтка билан ишлов берилган</b>					
1	АДж-12	0,2	1	9,4	II
			2	9,8	II
			3	10,7	II
		0,3	1	8,65	I
			2	9,2	II
			3	10,5	II
2	АДж-14	0,2	1	9,0	I
			2	9,4	II
			3	10,3	II
		0,3	1	7,47	I
			2	7,47	I
			3	8,2	I
<b>Пуркаш усули билан ишлов берилган</b>					
3	АДж-12	0,2	1	9,2	II
			2	9,4	II
			3	9,8	II
		0,3	1	6,34	I
			2	8,6	I
			3	9,4	II
4	АДж-14	0,2	1	9,1	II
			2	9,5	II
			3	10,4	II
		0,3	1	7,22	I
			2	7,22	I
			3	7,22	I
<b>Босим остида ишлов берилган</b>					
5	АДж-12	0,2	1	8,4	I
			2	8,8	I

			3	9,0	I
		0,3	1	6,03	I
			2	6,6	I
			3	8,3	I
6	АДж-14	0,2	1	8,5	I
			2	8,8	I
			3	9,0	I
		0,3	1	5,4	I
			2	5,4	I
			3	5,4	I

Олтингугурт асосидаги материаллар ўзининг юқори мустаҳкамлик, сув ўтказмаслик, совуққа ва агрессив муҳитларга чидамлик, хизмат муддатининг юқорилиги каби эксплуатацион характеристикаларининг юқорилиги билан ажралиб туради. Шу билан бирга олтингугурт боғловчиси асосида тайёрланиладиган бетон ва қоришмаларнинг кичик ҳароратга чидамлиги у асосидаги материалларни қурилишда қўлланилиш соҳаларини маълум даражада чегаралайди.

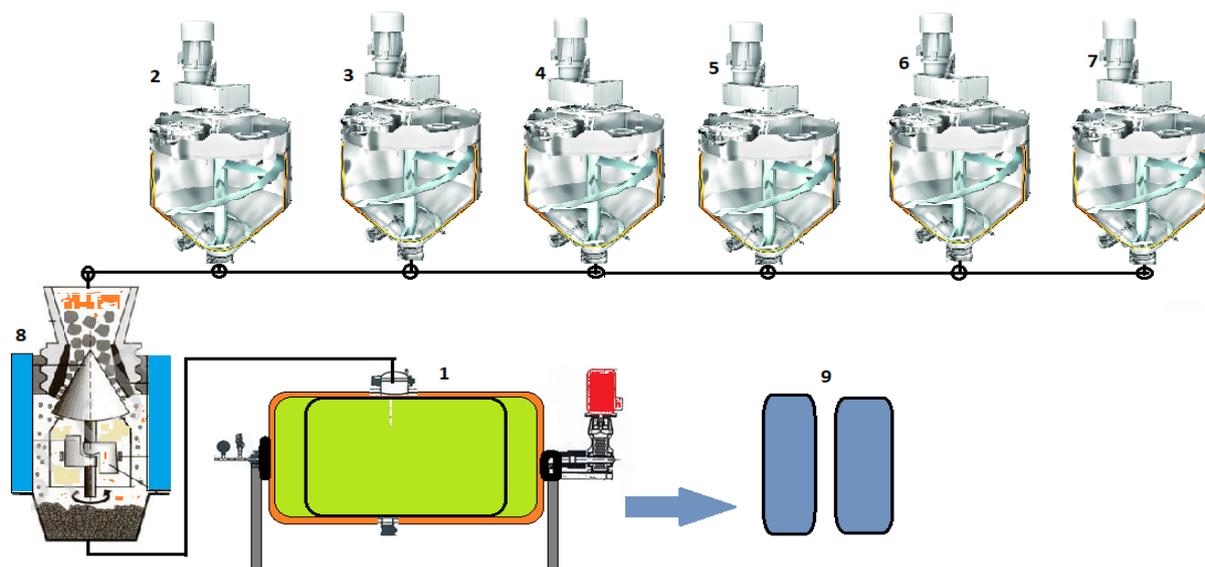
Олтингугурт боғловчиси асосидаги бетон ва қоришмалардаги ушбу камчиликни бартараф этиш мақсадида муаллифлар томонидан олтингугурт таркибига умумий массага нисбатан 10 ва 8% миқдорда олигомер антипирен, алюминий гидрооксид, кремний оксид ва цианур кислотаси асосидаги аддуктдан иборат В1 маркали ҳамда олигомер антипирени, магний гидрооксид, вермикулит, микрокремнезем, кальций стеард ва мачевина аддуктидан иборат В2 маркали модификаторлар яратилди.

В2 маркали модификаторни олишнинг технологик схемаси тадқиқ этилди (7-расм). Ушбу модификаторларни олиш жараёнида ҳарорат, вақт ҳамда бошланғич таркибларни нисбатлари ўрганилди. В2 маркали модификаторни олишда бир нечта нисбатлари тайёрланиб олинди ва уларни оловбардош хоссаси бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Ушбу жараён асосан композит таркиблар ҳосил бўлиши билан яқунланди.

Асосан реакция жараёни барча бошланғич моддалар (2-7 бўлган сиғимлардаги моддалар) реактор (1)га майдалагич (8) орқали солинади ва 220 °С ҳароратда 1,5-2,0 соат давомида аралаштирилади. Реакция жараёни аралашманинг умумий массаси ўзгармай қолгунча давом этади. Ҳосил бўлган модификатор тайёр маҳсулот учун сиғимга (9) солинади.

Олтингугурт таркибли оловбардош бетон композитларни олиш технологияси ГОСТ Р 59613—2021 “Смеси серобетонные и серобетон” меъёрий хужжати асосида амалга оширилди. Боғловчи материал сифатида ГОСТ 127.1-93 “Сера техническая” танлаб олинди.

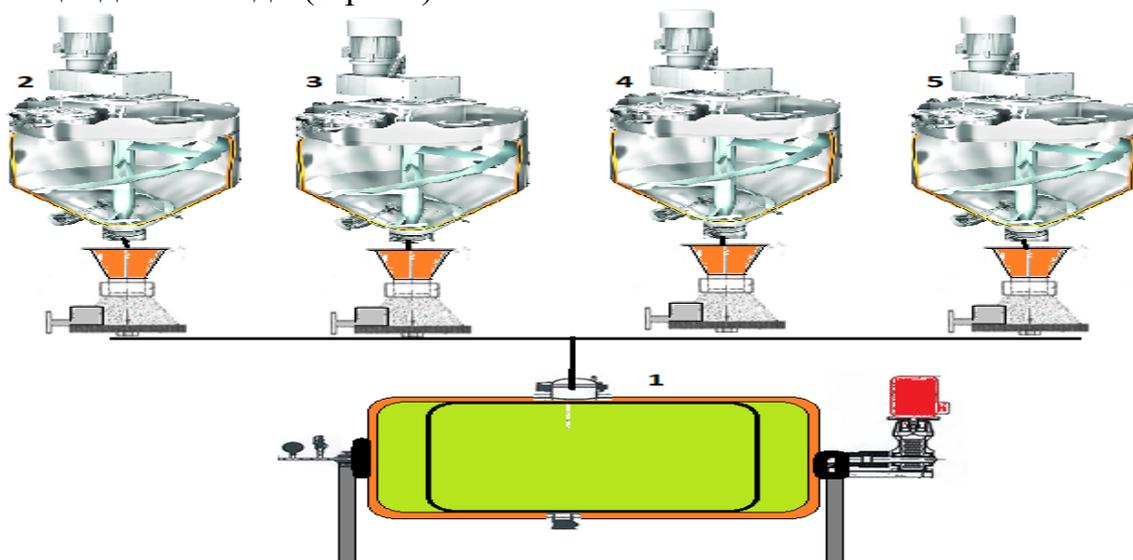
Маида тўлдирувчи сифатида маҳаллий тош материали асосида олинган энг катта ўлчами 5 мм гача бўлган таркибидаги чанг ва тупроқ миқдори 5% кўп бўлмаган қум ишлатилди.



**7-расм. В2 маркали модификаторни олишининг технологик схемаси.**

**1-реактор (модификатор тайёрлаш учун); 2-АДж-14 маркали олигомер антипирен учун сиғим; 3-магний гидроксид учун сиғим; 4-вермикулит учун сиғим; 5-микрокремнезём учун сиғим; 6-калций стеарат учун сиғим; 7-мочевина аддукти учун сиғим; 8-майдалагич. 9-тайёр махсулот.**

Йирик тўлдирувчи сифатида ГОСТ 8267 бўйича маркаси М400 дан кам бўлмаган йириклиги 5-40 мм бўлган чақиқтош, шағал ва зич тоғ жинсларидан олинган таркибидаги чанг ва тупроқ миқдори 3% дан кўп бўлмаган чақиқтош қўлланилди. Олтингугурт таркибли оловбардош бетон композитларни таркиби анъанавий олтингугурт таркибли бетон қоришмаси сингари унинг зарур иш қобилиятини таъминлайдиган қулай жойлашувчанлик хусусиятини инobatга олган ҳолда танланди (8-расм).



**8-расм. В2 маркали модификаторлар асосида олтингугурт таркибли оловбардош бетон композитларни олиш технологияси**

Олтингугурт таркибли оловбардош бетон композитларни олиш технологиясида улардан 80 °С хароратгача фойдаланишни инobatга олган холда куйидаги кетма-кетликда амалга оширилди.

Керакли миқдордаги дозировкаланган йирик ва майда тўлдирувчи куриштиш барабанида аввал куриштилади, сўнгра 150°C хароратли аралаштиргичга юборилади. Минерал таркибларни аралаштиргандан 5 сониядан сўнг керакли миқдорда дозировкаланган қуруқ холатда олтингугурт ва АДЖ-14 маркали олигомер антипирени, магний гидроксид, вермикулит, микрокремнезём, калций стеарат ва мочевина аддуктидан иборат В2 маркали модификатор аралаштиргичга солинади. Олтингугурт таркибли оловбардош бетон қуруқ таркибини аралаштиришнинг оптимал вақти таркибдаги олтингугуртнинг тўла эриш вақти бўйича амалга оширилади.

Тайёрланган олтингугуртли бетон аралашмаси аралаштиргичдан қолипга лойиҳа хужжатлари талаблари асосида жойлаштирилади, бунда бетон қоришмасининг харорати 130-155 °С ни ташкил этади. Олтингугурт таркибли бетонларни тайёрлаш, аралаштиргичдан қолипга жойлаш босқичларида ундаги хароратни ўлчашда қўлланиладиган ўлчов асбоби бўлинмаси 1,0 °С дан ортмаслиги керак. Олтингугурт асосидаги модификацияланган бетон 25-30 °С хароратгача совутилгандан сўнг ўзига берилган хусусиятларга эга бўлади. Бунда 120-155 °С хароратда шакл берилган олтингугурт асосидаги бетоннинг совуш тезлиги бир хилда соатига 20 °С ни ташкил этиши керак.

Ёғоч материалларини ёнғиндан ҳимоялаш мақсадида таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган АДЖ-12 маркали олигомер антипирен таркибларни яратишнинг иқтисодий самарадорлиги ишлаб чиқилди. Бунга кўра АДЖ-12 маркадаги оғирлиги 100 кг бўлган иккита таркибдаги антипиренни ишлаб чиқариш учун сарфланадиган хомашёнинг нархи аниқланилди.

Олиб борилган ҳисоб ишлари бўйича биринчи вариант бўйича АДЖ-12 антипирен моддаси 36188 сўм/кг, иккинчи вариант бўйича 28051 сўм/кг ни ташкил этди.

Республикада кўп холларда ёғоч материалларини ёнғиндан ҳимоялаш мақсадида валюта эвазига Россия давлатида ишлаб чиқарилган Пирилакс-Classic антипирени (47241 сўм/кг) билан солиштирилганда мос равишда биринчи вариант бўйича 47241 сўм/кг-36188 сўм/кг=11053 сўм/кг, иккинчи вариант бўйича 47241 сўм/кг-28051 сўм/кг=19190 сўм/кг иқтисодий самарадорликка эришилди.

Таркиби олтингугурт боғловчиси билан модификацияланган куриштиш материалларнинг иқтисодий самарадорлиги аниқланди. Бунда таққослаш варианты сифатида коррозияга чидамли олтингугурт АСИЛ-300 нанокукуни асосидаги бетон қоришмаси (RU 2430053 патент) олинган. Олтингугурт бетон қоришмаси ва уни олиш усули бўйича танланган каррозияга чидамли таркибнинг иқтисодий самарадорлиги таққосланган.

АСИЛ-300 нанокукуни асосидаги геометрик ўлчами 250x250x50 мм бўлган плитка учун 640,43 дона/сўм, таклиф этилаётган композиция учун 540,84 дона/сўм ни ташкил этди. В2 маркали олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон оловбардош композицияни тайёр холидаги иқтисодий самарадорлик 1 м<sup>2</sup> пол учун 1593, 44 сўмни ташкил этди.

## ХУЛОСАЛАР

“Таркибида фосфор, олтингугурт ва металл сақлаган ёнфинбардош полимер қурилиш материалларини тадқиқ этиш ва технологиясини яратиш” мавзусидаги техника фанлари доктори (DSc) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация асосида амалга оширилган тадқиқотлар натижасида қўйидаги хулосаларга келинди:

1. Полимер, ёғоч ва у асосидаги материалларини ёнфиндан химоялаш бўйича амалга оширилган назарий таҳлил натижалари бўйича экологик тоза, арзон маҳаллий хомашёлар асосидаги полифункционал олигомер антипиренларини яратиш ва улар асосида ёнувчан ёғоч ва полимер материалларини ёнфинбардошлилигини ошириш, такомиллаштириш зарурати туғилганлиги, олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетонларни қурилишда кенг қўлланилиши, ёнфин ва радиациядан химояловчи олтингугурт гуруҳли боғловчилар асосидаги бетон қурилиш материалларини яратиш зарурияти бўйича назарий ва амалий ишлар таҳлил этилди.

2. Маҳаллий хомашёлар асосида олинган таркибида фосфор, азот ва металл сақлаган полифункционал антипиренларни танлашнинг ўзига хос хусусиятлари, ёғоч материалларининг ёнфинбардошлилигини ошириш, ёнишнинг асосий алангаланиш фазасидаги материалдан чиқаётган иссиқлик миқдори камайтириш, ёғочнинг мустақил ёниш вақти ҳамда узунлиги бўйича талофат даражаси минимал даражага тушуриш, ёғоч материалларидаги сақични чиқиш йўллари ва газ тузилишдаги маҳсулотларни чиқиш тезлигини пасайтириши исботланди.

3. Оловбардошлиликни ошириш мақсадида яратилган В1 ва В2 маркали модификатор асосида тайёрланган олтингугурт боғловчили бетонларнинг физик-механик, кимёвий хоссаларини деярли ўзгартирмаган ҳолда уларнинг теплофизик хоссаларини ортишига ҳамда у асосидаги материални ёнувчан гуруҳдан қийин ёнувчан гуруҳга ўтказилишига эришилди.

4. Фосфор, азот ва металл бирикмали таркиблар асосидаги полифункционал 15 ва 20% миқдордаги АДЖ-12 маркали олигомер антипиренлар билан ишлов берилганда ёғоч материали Ё1-кийин ёнувчан гуруҳга мансуб бўлишига, 20% антипирен билан ишлов берилган ёғоч материалида мустақил ёниш вақти умуман кузатилмаслиги, оғирлиги йўқотилиши 5% бўлишига, бу эса АДЖ-12 маркали олигомер антипиренини ёғоч тўқималарида мустаҳкам жойлашишига ва ёниш учбурчагини бир боғи ҳисобланган оксидлапниш жараёнини содир бўлмаганлигига эришилди.

5. Фосфор, азот ва металл бирикмали таркиблар асосидаги полифункционал олигомер антипиренлар билан ишлов беришда оптимал таркибдаги антипирен миқдорининг ишлов бериш усулига боғлиқлиги ўрганилди, бунга кўра ёғоч материалларига ишлов беришнинг энг самарали ва тежамкор усули босим остида ишлов бериш эканлиги аниқланди.

6. Полиэтилен таркибига 5, 10, 15 ва 20% миқдорда АДЖ-15 маркали антипирен киритилган композицияларда КИ кўрсаткичи икки баробарга

ортганлиги, полипропилен таркибига киритилганда эса қиймат ундан ҳам юқори кўрсаткичга эришилганлиги маълум бўлди. АДЖ-16 маркали антипирен киритилган полиэтилен ва полипропилен полимерларида эса бу кўрсаткич нисбатан 25% га кичиклиги аниқланилди.

7.Олтингугурт таркибли бетонларнинг радиацион нурланишга чидамлилиқ даражаси рентген аппаратида чизиқли заифлашиш коэффициентини бўйича аниқланди. Олтингугурт таркибли бетонларни қийин ёнувчан гуруҳга ўтказиш учун киритилган В1 ва В2 модификаторлар гамма нурланишларда чизиқли заифлашиш коэффициентига салбий таъсири аниқланилмади балки ўртача 10% гача камайишига эришилди.

8.Олтингугурт боғловчиси асосидаги материалларни қўлланилиш жабхаларини кенгайтириш уларнинг ёнғин шароитига чидамлилигини ошириш мақсадида илк маротаба олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги бетон материалларни оловбардошлигини ошириш учун В2 маркали модификатор ва у асосидаги олтингугурт таркибли бетонларни олиш технологиясини ишлаб чиқилди.

9.АДЖ-12 маркали антипирендан фойдаланишдаги иқтисодий самарадорлик аниқланилди ва Республикада ёғоч материалларини ёнғиндан ҳимоялаш мақсадида Россия давлатида ишлаб чиқарилган Прилакс маркадаги анъанавий антипирен моддаси таннархи билан таққосланганда биринчи вариант бўйича 36188 сўм/кг, иккинчи вариант бўйича 28051 сўм/кг ни ташкил этди, 1кг Прилакс-Classic антипиренининг нархи 47241 сумни ташкил этишини инобатга олган ҳолда, биринчи вариант бўйича 11053 сўм/кг, иккинчи вариант бўйича 19190 сўм/кг иқтисодий самарадорликка эришилганлиги исботланилди.

10. В2 маркали олтингугурт таркибли боғловчилар асосидаги оловбардош композицияни олишнинг техник-иқтисодий самарадорлигини аниқлаш амалиётда қўлланиладиган кремний таркибли тўлдиргич асосидаги олтингугурт композицияси билан геометрик ўлчами 250x250x50 мм плитка мисолида аниқланилди. Олиб борилган самарадорлик натижаларига кўра 1 м<sup>2</sup> пол учун иқтисодий самарадорлик 1593,44 сўмни ташкил этиши аниқланилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
PhD.40/30.12.2020.Т.129.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
ПРИ АКАДЕМИИ МЧС РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**  

---

**АКАДЕМИЯ МЧС РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**СИДДИКОВ ИКРОМЖОН ИМИНЖАНОВИЧ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОСФОР-, СЕРО- И  
МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ОГНЕСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**05.10.02— Безопасность в случае чрезвычайной ситуации. Пожарная, промышленная,  
ядерная и радиационная безопасность;  
02.00.14 – Технология органических веществ и материалов на их основе**

**АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент – 2023**

**Тема диссертации доктора технических наук (DSc) зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № B2019.2.DSc/T294**

Диссертация выполнена в Академии МЧС Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.tktiti.uz](http://www.tktiti.uz)) и Информационно-образовательном портале Ziyonet ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научные консультанты:**

**Джалилов Абдулахат Турапович**  
доктор химических наук, академик  
**Нуркулов Файзило Нурмунинович**  
доктор химических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Бахадиров Азизбек Абдулазизович**  
доктор технических наук, профессор  
**Бекназаров Хасан Сойибназарович**  
доктор технических наук, профессор  
**Маджидов Иномжан Уришевич**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита состоится «31» марта 2023 г. в «10<sup>00</sup>» часов на заседании Разового научного совета PhD.40/30.12.2020.T.129.01 по присуждению ученых степеней при Академии МЧС Республики Узбекистан. (Адрес: 100102, г.Ташкент, Янгихаётский район, ул. Дустлик, 5. Тел.: (+99871) 258–56–57, e-mail:info@akademiyafvv.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно–ресурсном центре Академии МЧС Республики Узбекистан (зарегистрирована за №2) (Адрес: 100102, г.Ташкент, Янгихаётский район, ул. Дустлик, 5. Тел.: (+99871) 258–56–57, e-mail:info@akademiyafvv.uz.)

Автореферат диссертации разослан \_\_\_ марта 2023 года.

(Реестр протоколов рассылки № \_\_ от \_\_ \_\_\_\_\_ 2023 года).

**Б.Т.Ибрагимов**

Председатель разового научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

**Х.М.Дусматов**

Ученый секретарь разового научного совета по присуждению ученых степеней, кандидат химических наук, доцент

**Р.И.Исмаилов**

Председатель разового научного семинара Научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

## Введение (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В последние годы в мире возрастает внимание к природным и синтетическим огнестойким полимерным строительным материалам. В связи с этим обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений, возводимых на основе современных технологий, остается одним из актуальных вопросов. Однако, помимо многих преимуществ, строительные материалы, не обработанные антипиренами, повышают риск возгорания. Эти пожары вызваны недостаточной огнезащитой строительных материалов, малоэффективностью противопожарных огнеупорных конструкций, отсутствием современных технологий обработки древесины и полимерных материалов. Поэтому актуальны разработка антипиренов, содержащих фосфор, серу и металл, повышающих огнестойкость строительных материалов, а также создание их оптимального состава и усовершенствование механизма действия.

В мире проводятся научные исследования по изучению специальных химических добавок для снижения горючести полимеров и древесины и материалов на ее основе, по разработке и применению технологий их производства. В этом направлении особую значимость имеют исследования синтеза высокоэффективных, экологически безопасных и недорогих олигомерных антипиренов на основе местного сырья в качестве эффективных химических добавок, снижения горючести полимерных и древесных материалов, используемых в качестве строительных и отделочных материалов, а также количества выделяемых токсичных газов. В результате горения, повышения уровня огнестойкости материалов, полученных на основе серного вяжущего. Особое внимание уделяется расширению аспектов применения таких материалов для широкого использования их возможностей

В целях развития промышленности строительных материалов в нашей республике созданы и синтезированы различные химические соединения с целью снижения горючести полимеров, древесины и материалов на их основе, широко применяемых в строительстве, и количества выделяемых токсичных газов. в результате горения, и имеют важное значение в направлении противопожарной защиты существующих зданий и сооружений. Результаты достигнуты. Кроме того, необходимо ускорить исследования, направленные на повышение огнестойкости строительных материалов, использование местного сырья, разработку и применение технологий создания и применения новых антипиренов.

Президента Республики Узбекистан ПК-139<sup>3</sup> «О дополнительных мерах поддержки жилищного строительства и промышленности строительных материалов» от 21 февраля 2022 года и ПК-99 от 24 января 2022 года «О мерах по созданию эффективной системы развития производства и расширения производственной кооперации в республике», Постановления Кабинета Министров № 649 от 20 октября 2020 г. «Об утверждении правил пожарной

---

<sup>3</sup> Постановление Президента Республики Узбекистан, от 21.02.2022 г. № ПП-139

безопасности» и других нормативных правовых документов, касающихся данной деятельности.

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

#### **Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>4</sup>.**

Исследования, направленные на внедрение огнезащитных антипиренов для полимерных, древесных материалов и материалов на их основе, проводились в ведущих исследовательских центрах и высших учебных заведениях по всему миру, в том числе в National Institute of Environmental Health, North American Flame Retardant Alliance (NAFRA); Institute of Environmental Health, University of Dayton Research Institute (UDRI); Center for Flame Retardant Materials, Central Michigan University, Henan Engineering Laboratory of Flame Retardant Materials, National Engineering Research Center of Flame Retardant (Китай); Henan Engineering Laboratory of Flame Retardant Materials. Center for Flame Retardant Materials Science KAJIWARA Natsuko National Institute for Environmental (Япония); Medical Research Center of King Abdulaziz University. Japan National Institute of Materials Science (NIMS); Japan Fire Retardant Association, National Boron Research Institute Ankara (Турция); Всероссийском НИИ пожарной защиты, Всероссийском НИИ авиационных материалов, Институте химической кинетики и горения им.В.В.Воеводского, НИИ пожарной безопасности МЧС России (Россия), НИИ пожарной безопасности и чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь (Беларусь), Ташкентском научно-исследовательский институте химической технологии (Узбекистан).

Во всем мире проводятся исследования, направленные на приоритетность синтеза и разработки технологии высокоэффективных антипиренов, используемых для снижения горючести полимеров, древесины и материалов на их основе, сокращения количества дыма и горючих токсичных газов, выделяющихся при горении.

**Степень изученности проблемы.** В последние годы ряд учёных в мире провели исследования с целью снижения пожароопасности полимерных и древесных материалов на их основе и горючести материалов на базе минеральных вяжущих для использования в качестве конструкционного материала. В их числе следует назвать М.В.Петровой, Е.А.Корольченко, О.Н.Сивенкова, А.Б.Асеевой, Р. М. Анохина, Е.А Балакина, М.А.Афанасьева, С.В.Асеевой, Р.М.Серкова, В.Ostman, A.Faiz, S.Thelandersson, H.Bailleres, В.М.Нигматуллиной, А.Н.Баратова, А.Я.Корольченко, И.Г.Романенко, Ф.А.Левитес, К.С.Минскер, Б.Э.Геллер, Н.Н.Ксандопуло, В.И.Кодолова,

---

<sup>4</sup> Обзор по теме диссертации разработан на основе зарубежных источников: <https://www.americanchemistry.com>, <https://www.niehs.nih.gov>, <https://udayton.edu> > ctr > frms, <https://brown.edu>, <https://www.cmich.edu>, <https://ccce.henu.edu.cn> > info, <https://english.bit.edu.cn> > labs, <https://ccce.henu.edu.cn> > info, <https://udayton.edu> > centers, <https://www.nies.go.jp> > resear, <https://pubs.acs.org> > doi > abs, <https://www.japanfs.org>, <https://www.jfra.or.jp>, <https://www.researchgate.net>, <https://tekhnosfera.com>, <https://spbftu.ru> > wp-content uploads и других источников.

И.В.Ляпунова, З.Виллард, С.Вондра, Т.Уэда, В.Фенимо, С.А.Балтышева, А.Т.Джалилова, Б.А.Мухамедгалиева, Ф.Н.Нуркулова, М.У.Каримова, И.И.Исмоилова и др.

Ими были разработаны различные огнезащитные составы и изучены химические и механические свойства древесины, полимеров и других материалов под действием антипиренов. Более углубленных исследований требуют такие вопросы, как горючие свойства древесных материалов под воздействием антипиренов, периодичность действия антипиренов в природных условиях и совершенствование экологически и экономически эффективной технологии их модификации древесными материалами.

В целях обеспечения пожарной безопасности строящихся в настоящее время зданий и сооружений, необходимо активизировать научные исследования по совершенствованию технологии производства антипиренов иностранного производства на основе дешевого местного сырья, применяемого для снижения пожароопасности.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работы научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательского плана Академии МЧС Республики Узбекистан и в практических проектах КА-14-003. “Создание и разработка огнестойких строительных материалов обработанными ресурсосберегающими антипиренами на основе отходов промышленности” (2015/2017), а также МВ-Атех-2018-58. “Исследование и разработка технологии огнестойких, теплоизоляционных строительных материалов с металлоорганической олигомерной добавкой нового поколения” (2018/2020) и в соответствии с планом Ташкентского научно-исследовательского химико-технологического института ПЗ-202008061. «Разработка ресурсосберегающей технологии снижения горючести древесных строительных материалов и изделий с применением олигомерных антипиренов нового поколения» (2021/2023) и КМ-20192515. «Модифицированный серобетон на основе местного сырья для использования в дорожном строительстве» (2020/2021). **Целью исследования** является создание эффективных полифункциональных олигомерных антипиренов на основе местного сырья и разработать эффективную технологию огнезащиты полимерных, древесных материалов и серосодержащих на их основе.

**Задачи исследования:**

осуществить синтез полифункциональных олигомерных антипиренов на основе местного сырья и изучить огнезащитные свойства древесины;

исследовать влияние созданных полифункциональных антипиренов на теплофизические свойства полимерных и древесных материалов;

изучить структуру, физико-механические и химические свойства полимерных и древесных материалов, обработанных полифункциональными антипиренами;

исследовать теплофизические и радиационные свойства серосодержащих бетонов с добавлением полифункциональных антипиренов;

разработать оптимальный состав многофункциональных антипиренов при повышении уровня горючести полимерных, древесных и серосодержащих бетонов;

создать экономичную технологию нанесения полифункциональных антипиренов на древесину, полимеры и серосодержащие бетоны.

**Объектом исследования** является получение полимерных, древесных и серосодержащих бетонных материалов, обработанных полифункциональными антипиренами на основе местного сырья.

**Предметом исследования** являются теплофизические, физико-механические, физико-химические показатели полимерных, древесных и серосодержащих бетонных материалов, обработанных полифункциональными антипиренами.

**Методы исследования.** В процессе исследования применяли инфракрасную спектроскопию (ИК), рентгенофазовую (РФА) и термогравиметрическую (ТГ), рентгеноструктурные методы анализа и стандартные методы определения огнестойких свойств древесных, полимерных и серосодержащих бетонных материалов

**Научная новизна** диссертационного исследования заключается в следующем:

для огнезащиты полимерных и древесных материалов на основе местного сырья разработаны 5 новых полифункциональных антипиренов марки АДж и для повышения горючести серобетонов модификаторов марки В1 и В2;

установлено, что потери массы древесных строительных материалов, обработанные полифункциональными антипиреновыми составами разными способами (щеткой, распылением и обработке под давлением), снизились с 68,9% до 5,83%;

определены структура, физико-механические и химические свойства полимера и древесины, обработанных полифункциональными антипиренами с использованием методов инфракрасной спектроскопии (ИК), рентгенофазового (РФА) и термогравиметрического (ТГ) рентгеновского анализа, и огнеупорные свойства древесины. Выявлены полимерные и серосодержащие бетонные материалы стандартными методами;

в результате образования различных оксидов и паров воды при соединении с кислородом воздуха под действием высокой температуры установлен механизм повышения огнестойких свойств строительных материалов;

исследованы физико-механические и химические свойства бетонов на основе серных вяжущих с применением модификаторов В1 и В2, созданных с целью повышения огнестойкости, и установлено, что они повышают их теплофизические свойства и переводят материал на его основе из горючей группы в трудногорючую группу и разработана технология пропитки строительных материалов под давлением;

с целью расширения область применения материалов на основе серного вяжущего, использования их в качестве конструкционных материалов

достигнут перевод их из группы горючих в группу трудно горючих с помощью модификаторов В1 и В2, созданных на основе местных сырья.

**Практические результаты исследования заключаются в следующем:**

созданы полифункциональные антипирены для повышения огнестойкости полимерных и древесных горючих материалов на их основе;

разработаны оптимальные способы обработки горючих древесных материалов для повышения их огнестойкости;

разработаны новые модификаторы для повышения огнестойкости бетонных материалов на основе серосодержащих вяжущих и подобраны их оптимальные составы 10 и 15 %;

достигнут древесных материалов, обработанных полифункциональными антипиренами на основе местного сырья, из группы горючих в группу трудногорючих за счет увеличения значений КИ с 23 до 49%, индекса поверхностного распространения пламени -с 50 до 32%;

в результате модификации состава полимерных материалов полифункциональными антипиренами их кислородный индекс увеличился на 53 %;

радиационно-защитные свойства бетонных материалов на основе серосодержащих вяжущих повышены на 10%;

разработан стандарт организации Ts 16243644-001:2019 “Огнезащитный состав для древесных материалов”;

-получены патенты на изобретение Агентства по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан (патент на изобретение (№IAP 06251). «Способ получения металлосодержащего олигомерного антипирена» и (IAP 06100). «Огнезащитный состав для обработки древесины». Созданные составы позволили перевести древесные материалы из группы горючих в группу трудногораемых.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается тем, что исследования проводились с использованием современных средств и стандартных методов, опыты проводились в соответствии со строительными нормами и правилами, корреляцией результатов экспериментальных и теоретических исследований, а также внедрением в практику.

**Научная и практическая значимость результатов исследования**

Научная значимость результатов исследования заключается в установлении образования стекловидного слоя на поверхности древесных материал в условиях пожара, обработанных полифункциональными олигомерными антипиренами, который задерживает потоки кислорода и летучих продуктов горения за счет образования устойчивых водородных связей; в изучении механизма повышения уровня огнестойкости древесных материалов за счет их обработки антипиренами и образования теплозащитного слоя с малым коэффициентом теплопроводности на поверхности древесины в условиях пожара.

Практическая значимость результатов исследования – заключается в создании полифункциональных олигомерных антипиренов на основе местного

сырья для повышения огнестойкости древесины и полимерных материалов, определении оптимальных способов и технологий обработки древесных материалов антипиренами, определении экономической эффективности огнезащитных составов, определении экономической эффективности и технологий введения антипиренов. С помощью разработанных олигомерных антипиренов рекомендуется область применения горючих полимерных, древесных и серосодержащих бетонов в строительстве.

**Внедрение результатов исследования.** По результатам огнезащиты древесных материалов, обработанных полифункциональными олигомерными антипиренами:

фосфор, серу и металл содержащие олигомерные огнезащитные составы, созданные для защиты деревянных и полимерных строительных материалов от огня внедрены в успешную практику на предприятии по производству и переработке строительных материалов «Общество пожарной охраны Узбекистана» совместно с областными управлениями по чрезвычайным ситуациям (справка № 05/15-907 Ассоциации собственных строительных материалов Республики Узбекистан от 11 апреля 2022 года; справка № 4/4/32-1111 от 20 апреля 2022 года МЧС Республики Узбекистан). В результате огнестойкие строительные материалы были переведены из группы горючести (Г3) в группу трудногорючих (Г1). Экономическая эффективность применения антипирена АДЖ-12 составила 19 190 сум/кг.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 40 научных работ, в том числе 2 патента на изобретение, 4 научных статей в зарубежных журналах, 11 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, к публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 22-в международных и республиканских конференциях.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 200 страницу.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** описываются актуальность и востребованность темы диссертации, цели и задачи исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям науки и технологии, объект и предмет исследования, научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая значимость результатов и сведения об опубликованных работах.

В первой главе диссертации под названием **“Современные способы и применение фосфор-, серо- и металлсодержащих полимерных вяжущих”** рассмотрены актуальность получения огнестойких антипиренов, способы

снижения и огнезащиты полимерных и древесных строительных материалов, и изделий, актуальность и область применения разработки бетонов к различной среде, а также проведен критический анализ и описаны достижения по структуре и свойствам бетонных строительных материалов на основе серы огне и радиационной защищающих вяжущих.

Во второй главе диссертации под названием **“Создание фосфор-, серо- и металлсодержащих олигомерных антипиренов и изучение их физико-химических свойств”** описываются используемые материалы и вещества их физико-механические свойства, область применения для получения олигомерных антипиренов, древесные материалы и основные факторы, влияющие на процесс их горения, физико-механические и теплофизические методы, применяемые в исследованиях, лабораторное оборудование, используемое в экспериментах, а также принцип их действия и порядок проведения испытаний.

Известно, что сегодня важно создавать экологически чистые, недорогие, экономически эффективные антипирены на основе местного сырья и использовать их в материалах и конструкциях, применяемых в зданиях и сооружениях. В связи с этим были синтезированы полифункциональные олигомерные антипирены марки АДЖ-12, содержащие фосфор, серу и металл. Процесс синтеза осуществлялся следующим образом.

В стакан емкостью 250 мл загрузили 10 г ортофосфорной кислоты, 5 г смеси золоунос (оксида цинк, оксид магния, оксид алюминия и оксид кремния) и перемешивали до получения однородной дисперсии. При постоянном перемешивании добавили водный раствор с 15 г циануровой кислоты, а затем к полученной массе медленно добавили 2 г борной кислоты, 1,5 г эпихлоргидрина. Перемешивали смесь в течение 30 мин. Затем реакционную смесь при непрерывном перемешивании нагревали до температуры 100-110 °С и выдерживали в течение 1,5 ч. Затем охлаждали продукт до комнатной температуры. Выход синтезированного антипирена при рН-7 среды составляет 94%. Проводились многочисленные исследования при различных условиях. Установлено, что на выход полученного металлсодержащего олигомерного антипирена АДж-12 влияют температура, соотношение компонентов, время, а также использование катализатора.

Как видно из табл.1 при оптимальных условиях ( $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 1,5\text{ ч}$ ) высокий выход олигомерного соединения получается при соотношении однородной дисперсионной смеси ортофосфорной кислоты и золоунос: циануровая кислота: борная кислота: эпихлоргидрин 1:0,5:1,5:0,5:0,5. При этом выход составляет 94%. Полученное олигомерное соединение - вязкое вещество марки АДж-12.

**Таблица 1**

**Физико-химические характеристики олигомера марки АДж-12**

№	Свойство	Показатель
1	Внешний вид	Густое, вязкое вещество от желтого до коричневого цвета

2	рН	7
3	Плотность (25°С), г/см <sup>3</sup>	1,1
4	Выход, %	94
5	Растворимость	Растворяется в воде

В главе также освещены исследования по созданию и изучению физико-химических свойств фосфор- и металлсодержащих олигомерных антипиренов АДж-13, АДж-14, АДж-15 и АДж-16. Повышение огнестойких бетонов на основе серы является одним из наиболее актуальных вопросов. Для решения этой проблемы были разработаны модификаторы на основе серосодержащих вяжущих В1 и В2 с использованием ранее синтезированных олигомерных антипиренов, а также разработаны на их основе новые составы для улучшения теплофизических свойств бетона. (табл.2).

Таблица 2

**Модификатор марки В1 для бетонов на серосодержащих вяжущих**

№	Наименование состава	Количество, %
1	Олигомерный антипирен марки АДж-14	10
2	Гидроксид алюминия	55
3	Оксид кремния	20
4	Аддукт на основе цианурной кислоты	15

В процессе получения модификатора марки В1 изучались соотношения температуры, времени и исходного состава. В результате были определены оптимальные соотношения эффективных составов серосодержащих бетонов и определены зависимости получения от времени и температуры. Физико-химические свойства полученных модификаторов В1 определяли на основании ГОСТа и методов определения химического состава (табл. 3).

Таблица 3

**Физико-химическая свойство модификатора марки В1**

№	Наименование показателя	Модификатор марки В1
1	Внешний вид	Порошок от белого до желтоватого цвета
2	Среда, рН	7,5
3	Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,38
4	Температура размягчения	260
5	Растворимость	2-3% при 22°С

В третьей главе диссертации под названием **“Оптимальные условия модификации строительных материалов фосфор-, серо- и металлсодержащими олигомерными антипиренами и исследование их физико-механических свойств”** изучены оптимальные условия модифицирования древесных материалов фосфор и металлсодержащими олигомерными антипиренами марки АДж-12, АДж-13 и АДж-14 и их теплофизические свойства. Известно, что антипирены, учитывая то, что они должны удовлетворять основным требованиям, таким как предотвращать горение и воспламенение защищаемого материала, не должны вызывать коррозии металла, не должны иметь долгосрочного эффекта, не должны повышать гигроскопичность древесины, должны быть безвредными для здоровья человека и животных, не оказывать отрицательного воздействия на

лакокрасочное покрытие, нанесенное на древесину, обеспечивать биостойкость пропитанного материала, не вызывать затруднений при механической обработке материала, не влиять на свойства пропитываемого материала и должно быть не дефицитным. Диссертантом были изучены оптимальные составы, применяемые антипирены со степенью эффективности растворения в воде при температуре 22°C, 30°C и 40 °C. Группа горючести древесных материалов, обработанных антипиренами АДж-12, АДж-13 и Дж-14, определялась экспериментально методом группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов. Результаты по древесному материалу экспериментального определения группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов приведены в табл. 4.

**Таблица 4**

**Результаты экспериментального исследования группы трудногорючих и горючих твердых веществ и материалов на еловой древесине**

Порядковый номер	Количество антипирена, %	Максимальная температура газобразных продуктов сгорания, °C	Время прибытия до максимальной температуры, сек	Масса образца, г		Потери массы образца, %	Группа горючести
				до испытания	после испытания		
Эталона образец	0	435	95	159,1	49,5	68,9	3
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-12, растворенным в воде при температуре 22 °C							
1	5	298	108	146,1	122,3	17	Г2
2	10	260	110	159,3	137,8	13,5	Г2
3	15	247	115	152,1	133,7	12,09	Г2
4	20	211	120	146,4	132,7	9,35	Г1
5	25	191	120	151,2	139,9	7,47	Г1
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-12, растворенным в воде при температуре 30 °C							
1	5	298	114	166,3	146,2	12,08	Г2
2	10	266	116	164,7	147,4	10,5	Г2
3	15	219	120	163,8	149,1	8,97	Г1
4	20	189	120	150,4	137,1	8,84	Г1
5	25	180	120	159,3	147,8	7,22	Г1
Древесные материалы, обработанные антипиреном марки АДж-12, растворенным в воде при температуре 40 °C							
1	5	247	115	164,4	145,6	11,4	Г2
2	10	235	120	164,4	149,6	9	Г1

3	15	186	120	162,1	149	8,1	Г1
4	20	169	120	157,6	145,4	7,74	Г1
5	25	151	120	151,2	139,9	7,47	Г1

В результате проведенных экспериментов уровень эффективности применяемого антипирена определяли по его показателю растворимости в воде за счет экономии антипирена. Результаты опытов показывают, что древесные материалы, обработанные раствором в воде антипиреном марки АДЖ-12 при температуре 22 °С, относятся к группе Г1 с содержанием антипирена 20 %, что составляет 15 % в древесных материалах, обработанных водным раствором АДЖ-12 в воде при 30 °С. В древесных материалах, обработанных антипиреном марки АДЖ-12, растворенным в воде при температуре 40 °С, этот показатель, был обнаружен в 10%-ной огнезащитной смеси. Изучение оптимальных условий и физико-механических свойств для повышения огнестойкости бетонных материалов модификаторами В1 и В2 на основе серосодержащих вяжущих показало следующее. Известно, что ценность и экономическая эффективность инноваций в производстве строительных материалов постоянно возрастают, когда появляется возможность одновременного их решения в результате их одновременного использования. Бетоны на основе серосодержащих вяжущих отличаются от обычных тяжелых низким водопоглощением и водопроницаемостью, способностью сохранять форму и прочность в короткие сроки, высокой коррозионной стойкостью. Технология приготовления бетонов на серосодержащих вяжущих осуществляется следующим образом: песок крупностью 5 мм, щебень крупностью 5-40 мм, необходимое количество серы и модификаторов марок В1 и В2 нагревают до 120-140 °С, придают требуемую форму, охлаждают примерно до 40 °С, и извлекают из формы и охлаждают до комнатной температуры. Состав бетона, приготовленного на основе серосодержащих вяжущих, приведен в табл. 5.

**Таблица 5**

**Оптимальный состав бетонов, изготовленных на основе серосодержащих вяжущих**

№	Составы	Составы образцов, %			
		эталон	бетон на основе модификатора марки В1	бетон на основе модификатора марки В2	бетон на основе традиционного модификатора
1	Щебенка	40	35	37	35
2	Сера	30	30	30	30
3	Песок	30	25	25	25
4	Модификатор марки В1	-	10	-	-
5	Модификатор марки В2	-	-	8	-
6	Пирилакс	-	-	-	10

При определении физико-механических свойств бетонов на основе серосодержащих вяжущих с оптимальным содержанием было выявлено количество горючих веществ. Подбор состава приведены в табл. 6.

Таблица 6

Оптимальный состав бетонов, изготовленных на серосодержащих вяжущих марки В1

№	Наименование компонентов	Эталон	Состав В1		
			1	2	3
1	Щебенка	40	40	35	30
2	Песок	30	25	25	25
3	Сера	30	30	30	30
4	Модификатор марки В1	0	5	10	15

На основании требований, действующих нормативных документов по определению оптимального количества модификатора В1 для выбранных компонентов определены их физико-механические, химические и теплофизические свойства (рис 1).

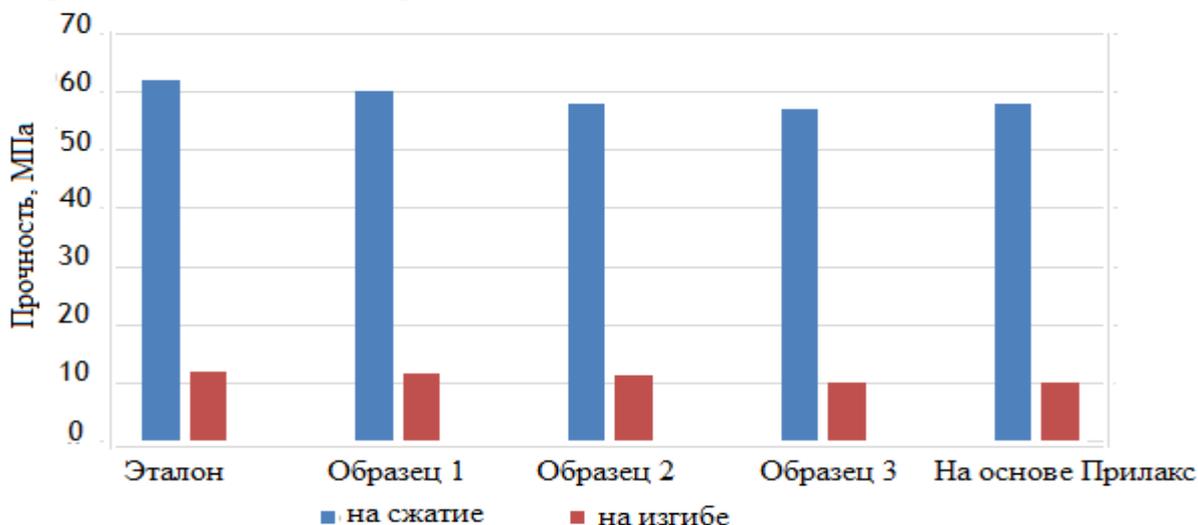


Рис. 1. Прочностные характеристики бетона на серосодержащих вяжущих с модификатором марки В1

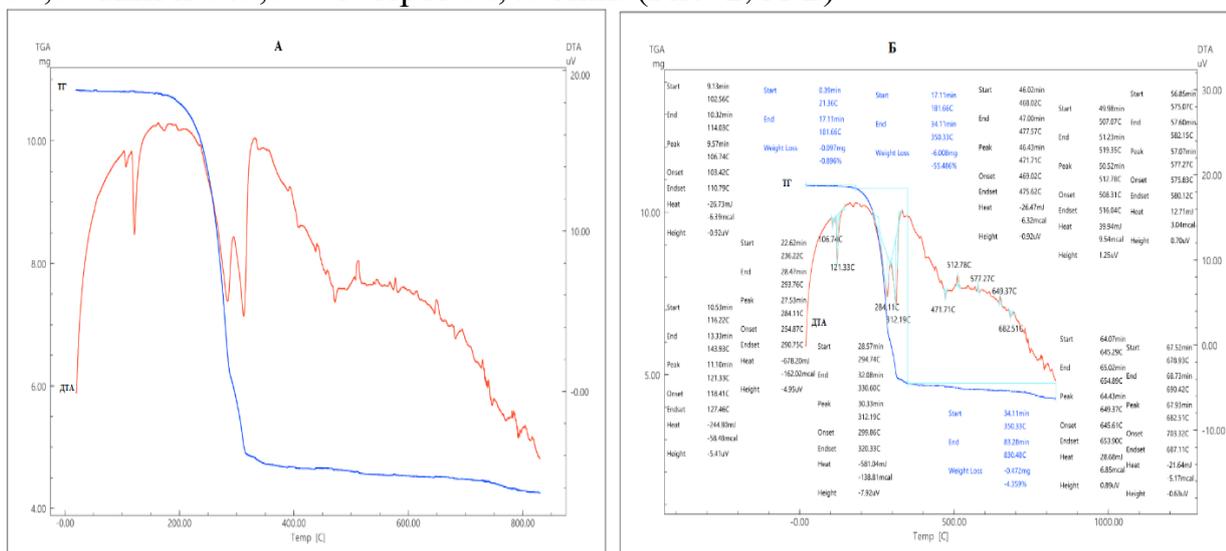
Наблюдается снижение прочностного показателя на сжатие и изгиб серобетонов, изготовленных на основе модифицирующих добавок В1 и В2 на 3-4 % по сравнению с прочностью обычных серосодержащих бетонов.

Влияние добавок марки В1 и В2 на время обеспечения прочности серосодержащих бетонов не ощущалось, так как в обычных серосодержащих бетонах прочность достигалась за 1,1 ч. При химических испытаниях серосодержащих бетонов на основе добавок В1 и В2 к серной кислоте ( $N_2SO_4$ ) и сульфату аммония  $(NH_4)_2SO_4$  изменений химической стойкости не наблюдалось в обычных серосодержащих бетонах.

Введение в серосодержащие бетоны определенного количества добавок В1 и В2 показало, что растекаемость бетонов данного состава на 15 % выше, чем у обычных серосодержащих бетонов. Введение добавок, снижающих горючесть В1 и В2, привело к увеличению подвижности смесей на 10-12%.

Физико-механические, химические и теплофизические свойства бетона на основе серосодержащих вяжущих определены на основании действующих нормативных документов. Плотность бетонных вяжущих на основе серы, приготовленных марок В1 и В2, за счет введения определенного количества добавок снизилась примерно на 2 %, а прочность на сжатие и изгиб снизилась на 3-4 % по сравнению с обычными серосодержащими бетонами.

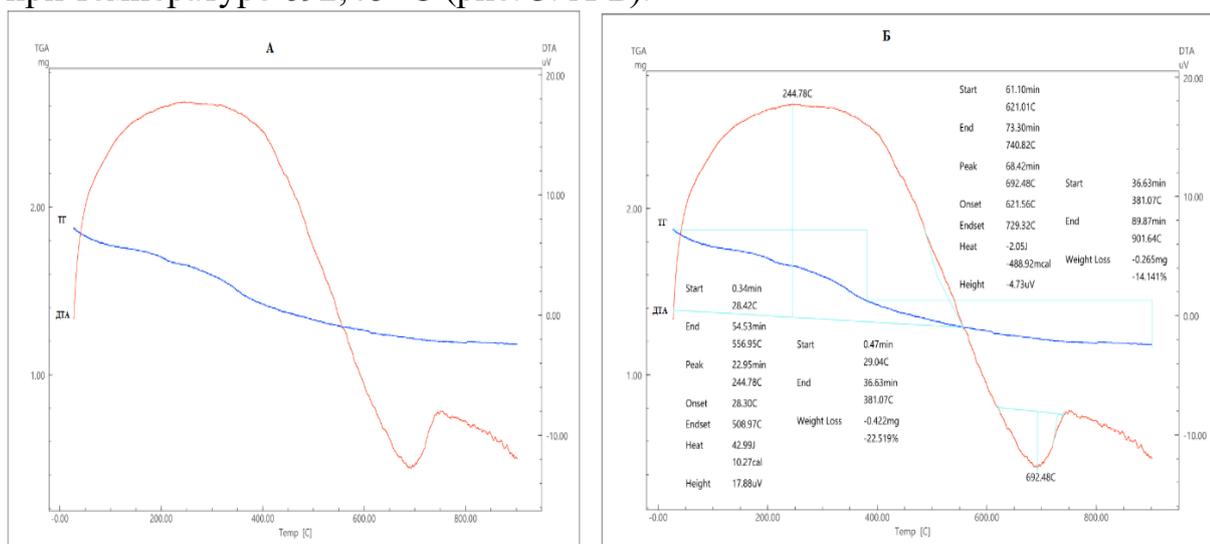
В четвертой главе диссертации под названием **“Исследование термостойкости, огнестойкости и радиационно-защитных свойств строительных материалов, модифицированных олигомерными антипиренами”**, изучена термостойкость строительных материалов, модифицированных фосфор-, серо- и металлсодержащими олигомерными антипиренами. В результате анализа с повышением температуры на кривой ТГА серосодержащего бетона №В1 потеря массы при температуре от 181 °С до 450 °С составила 10,7 мг, наблюдалось разрушение 50% композита от общей массы. При нагревании этого композита до 830 °С он потерял 6,4 мг массы за 82 мин, что составило 59,8% от общей массы. Наблюдением за тепловыми процессами также выявлены экзотермические эффекты при температурах, при которых происходила основная потеря массы, (ДТА) процесс подъема до 102,5 °С за 9,13 мин, подъем до 106,74 °С за 9,57 мин, подъем до 121,33 °С за 11,10 мин состояния поглощения тепла, такие как повышение температуры до 284,11 °С за 27,53 мин, повышение температуры до 312,19 °С за 30,33 мин, повышение температуры до 471,71 °С за 46,43 минуты и повышение температуры до 682,51 °С за 67,93 мин. Кроме того, выявлены экзотермические условия с тремя выходами тепла с температурой 512,78 °С через 50,72 мин, 577,27 °С через 57,07 мин и 649,37 °С через 64,43 мин. (Рис. 2, А-Б)



**Рис. 2. Термостойкость серосодержащих бетонных композитов марки В1. А- общий анализ ТГ, температуры и анализа ДТА бетонных композитов марки В1; Б- анализ бетонных композитов марки В1 во всех деталях термического анализа**

При повышении температуры на кривой ТГА потеря массы серосодержащего бетона маркой В2 при температуре от 50 °С до 910 °С составила 1,95 мг, общая масса композита увеличилась до температуры 30 °С за 0,47 мин, а за 36,63 мин температура повысилась до 381,07 °С (0,422 мг),

наблюдается деструкция 22,51% от общей массы. На следующем этапе на 89,87 мин температура композита повысилась до 901,64 °С, и было обнаружено, что (0,265 мг) потеряло 14,141% массы. Таким образом, общая потеря веса составила 36,35%. Этот композит обладает экзотермическим эффектом при температурах, при которых основная потеря массы происходит в результате наблюдения термических процессов до 901,64 °С в течение 90 мин. Обнаружено экзотермическое состояние, при котором процесс достиг температуры 244,78 °С за 22,95 мин и протекает с единичным тепловыделением. Кроме того, процесс поглощения тепла начался через 61,10 мин при температуре 621,01 °С и завершился через 73 мин при температуре 740,82 °С, а одно эндотермическое состояние было обнаружено через 68,42 мин при температуре 692,48 °С (рис. 3. А-Б).



**Рис.3. Термостойкость серосодержащих бетонных композитов марки В2. А- общий анализ ТГ, температуры и анализа ДТА бетонных композитов марки В1; Б- анализ бетонных композитов марки В2 во всех деталях термического анализа**

Таким образом, по результатам термостойкости серосодержащих бетонных композитов В1 и В2 при температурах от 181°С до 450 °С бетонного композита марки В1 наблюдается 50 % части деструкции. В бетонных композитах В2 общая потеря массы при температурах от 50 °С до 910 °С составила 36,35%. По результатам экспериментальных испытаний установлено, что бетонные композиты В1 и В2 обладают высокой термостойкостью, а также бетонный композит В2 обладает высокими термическими характеристиками. Результаты данного термического анализа подтверждают правильность экспериментальных результатов по определению свойств горючести серосодержащих бетонных композитов, т.е. переход образцов серосодержащих бетонов из группы легковоспламеняющихся в группу трудногораемых.

Исследован индекс распространения пламени на поверхности строительных материалов, модифицированных олигомерными антипиренами, для определения индекса распространения пламени древесных материалов, обработанных фосфор-, серо- и металлсодержащими антипиренами 15%-ным раствором со щеткой, 10%-ным раствором под давлением и распылением, 15%-

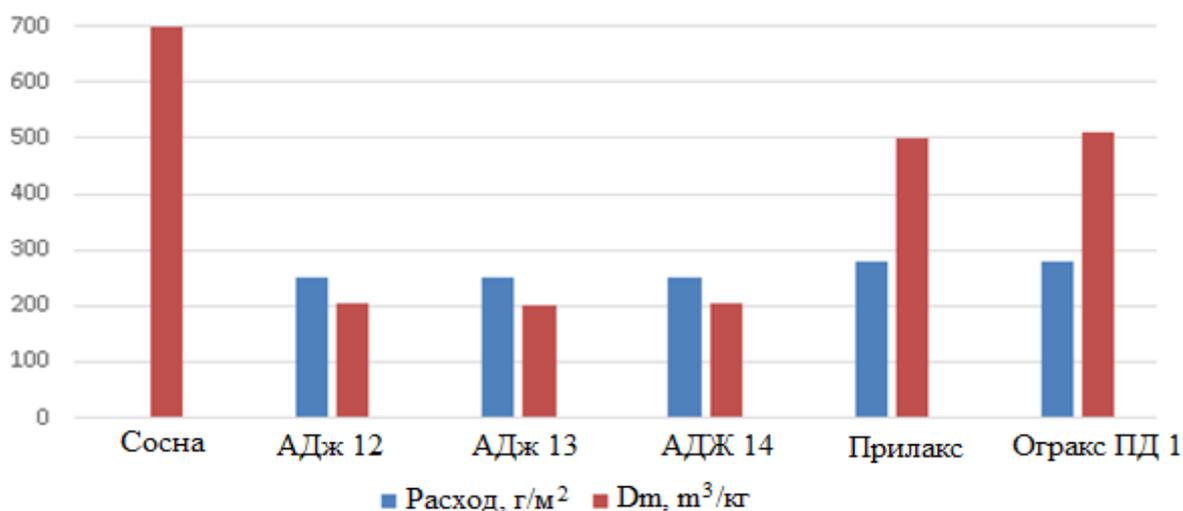
ным раствором материалов сосны и тополя, из 10 отобраны заготовленные образцы древесины и проведены опыты. Как видно из табл. 7, индекс распространения пламени у необработанной древесины сосны и тополя различен, и они относятся к группе быстро распространяющих пламя по поверхности. В связи с тем, что плотность внешнего теплового потока в древесине сосны выше, чем плотность внешнего теплового потока в древесине тополя, было установлено следующее обработанные древесные материалы всеми видами антипирена относятся к группе медленного распространения пламени по поверхности.

**Таблица 7**

**Показатели индекса распространения пламени древесных материалов, обработанных фосфор-, серо- и металлсодержащими оптимальными 20%-ными олигомерными антипиренами АДж-12, АДж-13 и АДж-14**

№	Наименование веществ	Индекс распространения пламени по п. 4.19 ГОСТа 12.1.044-89
<b>Древесина сосны</b>		
1	Образец эталона	21
2	АДж-12	12
3	АДж-13	10
4	АДж-14	16
<b>Древесина тополя</b>		
1	Образец эталона	23
2	АДж-12	16
3	АДж-13	13
4	АДж-14	18

Исследование дымообразования и кислородного индекса древесных и полимерных материалов, модифицированных олигомерными антипиренами. В диссертационной работе одним из важных показателей в условиях пожара древесных материалов определен коэффициент дымообразования по ГОСТу 12.1.044-89. По требованиям ГОСТа коэффициент дымообразования для древесины сосны составляет в среднем  $50 \text{ кг/м}^2$ , т.е. малые-Т1 или средние Т2-дымообразующие способности. Приведены результаты по дымообразующей способности древесных материалов, обработанных фосфор-, серо- и металлсодержащими оптимальными олигомерными антипиренами АДж-12, АДж-13 и АДж-14, а также антипиренами, широко применяемыми для обработки древесных материалов Пирилакс и Огракс ПД-1. Результаты исследований дымообразующих свойств показывают, что древесные материалы, обработанные фосфор-, серо- и металлсодержащими антипиренами, оказывают существенное влияние не только на их огнестойкость, но и на коэффициент дымообразования, который переводится из группы Т3 группу Т2. Результаты характеристики по тлению показаны на рис 4.



**Рис.4.** Диаграмма результатов исследования древесины по показателям тления

Зависимость показателя кислородного индекса от способов обработки (обработанные кистью, под давлением и распылением) изучали с 15%-ным оптимальным содержанием олигомерного антипирена АДж-14 (табл.8).

**Таблица 8**

**Кислородный индекс древесных материалов, модифицированных антипиреном марки АДж-14, и обработанных разными способами**

№	Наименование образца	Образцовые показатели, мм			КИ, %
		ширина	толщина	длина	
1.	Образец эталона	10	8	70	18,5
2	15%- антипирена обработанного щетками	10	8	70	24
3	10%- антипирена обработанного под давлением	10	8	70	36
4	15%- антипирена обработанного распиливанием	10	8	70	27

Полученные результаты по кислородному индексу древесных материалов показывают следующее, при 15% содержания от оптимального количества обработанных антипиреном марки АДж-14, обработанные образцы имеют 50%-ное увеличение кислородного индекса по сравнению с эталонным образцом. Таким образом, полученные результаты показывают, что при обработке древесных материалов антипиреном марки АДж-14 наблюдается снижение дымообразования в условиях пожара. Огнестойкость фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов, обусловлена тем, что они способствуют уменьшению количества теплоты, выделяемой из материала в фазе горения в результате их химического взаимодействия с целлюлозой. Это связано с уменьшением выхода трудно угарного угля и смолы в древесных материалах, а также уменьшением выхода газообразных продуктов.

Как известно, полимерные материалы широко используются в различных отраслях народного хозяйства. Основным недостатком полимеров является их

высокая пожароопасность. Пожарная опасность полимерных материалов и изделий из них определяется следующими свойствами: горючестью, воспламеняемостью, токсичностью, кислородным индексом и др.

В состав полимера ПЭВП вводили оптимальное количество олигомерного антипирена АДж-15, синтезированного на основе дигидрофосфата аммония, фосфорной кислоты, мочевины, диэтанолamina, ПАВ (АБСК) и катализатора хлорида алюминия и с фосфорсодержащими олигомерными антипиренами АДж-16, синтезированными на основе бентонита, фосфорной кислоты и необходимого количества триэтанолamina с использованием в оптимальном составе и определяли их значения КИ.

Согласно полученным данным, в композициях с добавкой 5, 10, 15 и 20 % антипирена марки АДж-15 в полиэтилене удвоился показатель КИ. При добавлении полипропилена значение оказалось еще выше. У полимеров полиэтилена и полипропилена с антипиреном марки АДж-16 этот показатель оказался на 25 % ниже. Введение антипиренов АДж-15 и АДж-16 в полиэтиленовые и полипропиленовые полимеры в количестве более 20 % свидетельствует о том, что это может значительно удорожать полимерные материалы и отрицательно повлиять на физико-механические свойства полимерных материалов (рис. 5).

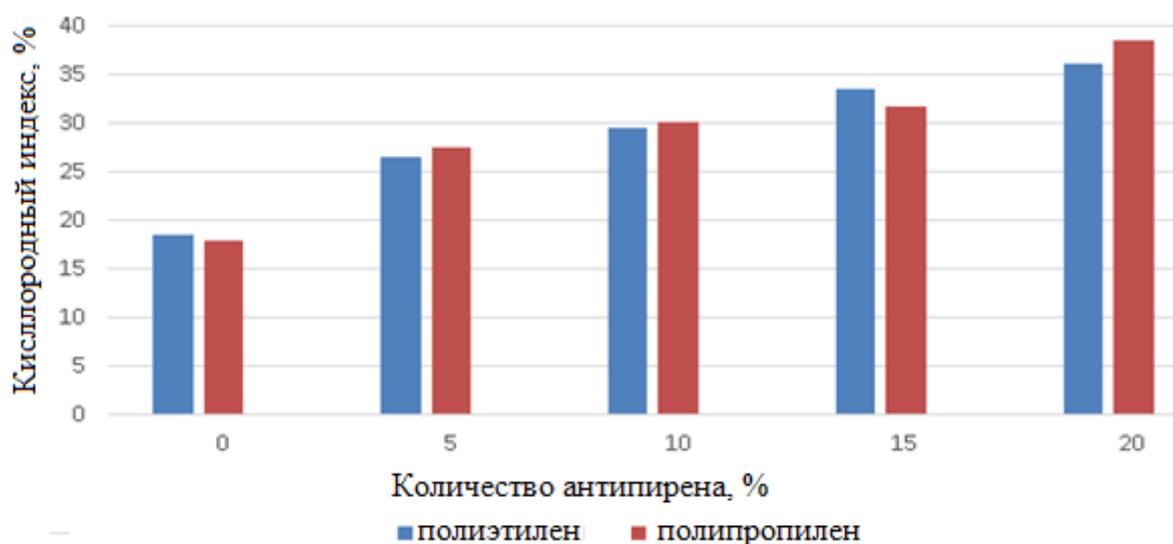


Рис. 5. Диаграмма влияния олигомерного антипирена марки АДж-15 соотношения на кислородный индекс

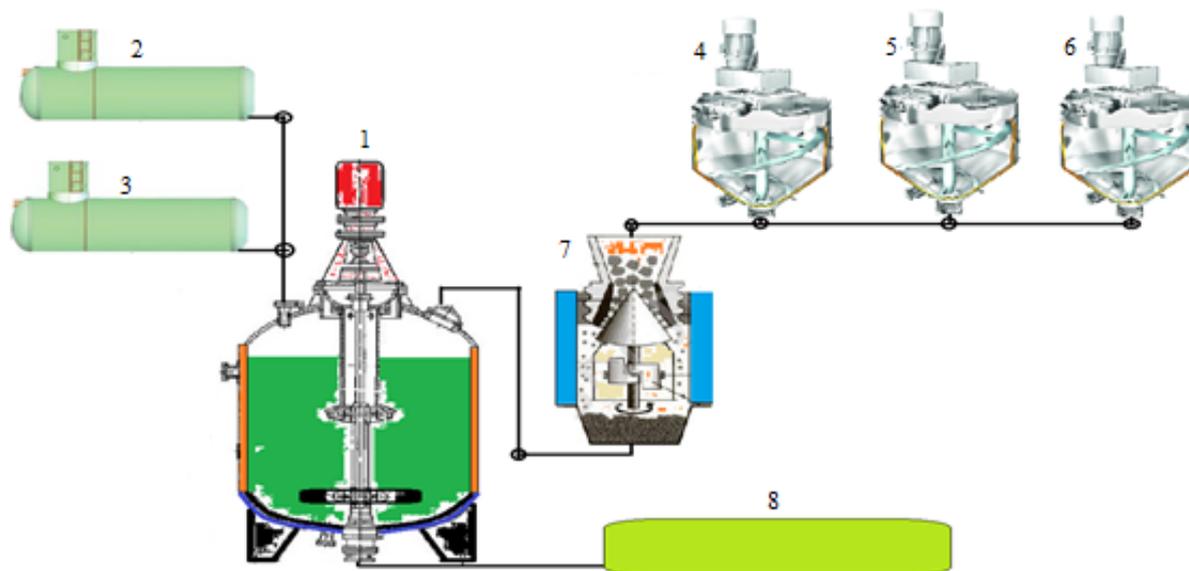
Введение в состав полимерных композиций предлагаемых антипиренов АДж-15 и АДж-16 значительно повышает их кислородный индекс, что является основным критерием их негорючести. Кроме того, антипирены этой марки можно использовать в термопластичных полимерах как и полистирол. Процесс производства олигомерных антипиренов может осуществляться в химической промышленности, производящей олигомерные антипирены на стандартном химическом оборудовании.

В пятой главе диссертации под названием “Технология создания и модификации фосфор-, сера- и металлсодержащих олигомеров, разработка технико-экономической эффективности” впервые в Узбекистане разработан

высокоэффективный и экологически чистый метод синтеза полифункциональных олигомерных антипиренов огнезащитных веществ.

Использование выше указанных фосфорсодержащих соединений в качестве антипиренов позволило снизить горючесть, воспламеняемость, дымообразующую способность, токсичность полимерных древесных строительных материалов на их основе при сохранении их механических свойств. В республике выпускаются такие необходимые вещества для производства олигомерных антипиренов, как магний, цинк, алюминий, оксид кремния, циануровая и борная кислоты, эпихлоргидрин на основе глицерина, производные фосфорной кислоты.

В связи с этим в ГУП «ТКТИТИ» изучен процесс получения новых олигомеров путем самополимеризации эпихлоргидрина с соединениями фосфора. В качестве одного из представителей этой группы соединений такие огнезащитные средства, как АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 и АДж-16 получают путем нейтрализации необходимых веществ ортофосфорной кислотой (рис. 6).



**Рис.6. Технологическая схема получения олигомерного антипирена АДж-12**

**1-реактор (для изготовления основного изделия); 2- емкость для ортофосфорной кислоты; 3-емкость для эпихлоргидрина; 4-шлак (емкость для золы); 5- емкость для циануровой кислоты; 6- емкость для боратной кислоты; 7-дробилка; 8-готовые изделия**

Оценка эффективности фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 и АДж-16 производится на основании требований действующего НПБ 251-98. «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний». Уровень огнестойкости древесных изделий и конструкций считался эффективным при расходе сухих фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов обработанных щеткой, поляризатором уровень огнестойкости конструкций не менее 100 г на 1 м<sup>2</sup> считался эффективным.

В республике и за рубежом разработано множество составов и способов для огнезащиты древесины и материалов на ее основе. Одним из наиболее эффективных способов является пропитка древесных материалов

антипиренами. Используемый огнезащитный антипирен в свою очередь влияет на процессы термического окисления, горения и воспламенения древесины. Эти антипирены усиливают процесс карбонизации и снижают выделение горючих продуктов в древесине. Достижение I группы степени огнестойкости древесных материалов с уменьшением количества наносимого антипирена на основе пропитки древесных материалов под давлением объясняется тем, что при повышении температуры под давлением до 55-60 °С имеющийся в порах древесного материала воздух выдувается, в результате чего в поры не поступает кислородная среда, обеспечивающая горение древесины под действием огня. Результаты эксперимента показывают, что расход фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов АДж-12, АДж-13, АДж-14, АДж-15 и АДж-16 на 1 м<sup>3</sup> древесины составляет меньше, чем расход обычных антипиренов, применяемых на практике. При обработке древесины антипиренами АДж-12 кистью, пульверизатором и пропиткой под давлением уровень огнезащитной эффективности по истечении времени определяли потерей массы (табл. 9).

Таблица 9

**Определение эффективности древесных материалов, обработанных антипиренами АДЖ-12 во времени**

№	Эталон	Сроком 3 дня		Свойства / проверенный период, мес.							
				3		12		24		36	
		потеря массы	группа огнестойкости	потеря массы	группа огнестойкости	потеря массы	группа огнестойкости	потеря массы	группа огнестойкости	потеря массы	группа огнестойкости
Обработанные антипиренами АДж-12											
Обработанные щеткой											
1	68,9	8,65	I	8,65	I	8,65	I	9,2	I	10,5	II
Обработанной пульверизатором											
2	68,9	6,34	I	6,34	I	6,34	I	8,6	I	9,4	II
Обработанной под давлением											
3	68,9	5,83	I	5,83	I	6,03	I	6,6	I	8,3	II

Таблица 10

**Контроль степени эффективности антипиренов во времени по типам обработки**

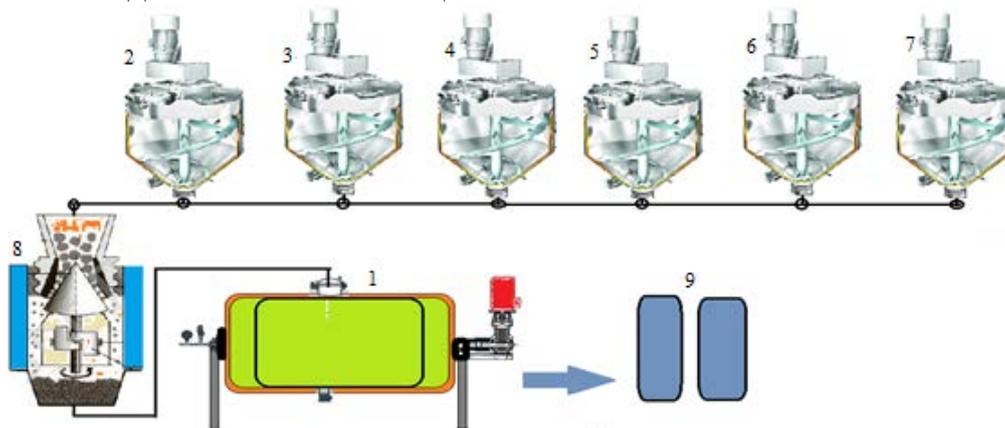
№	Марка антипирена	Расход антипирена, кг/м <sup>2</sup>	Время, год	Огнезащитная эффективность антипиренов	
				потеря массы, %	группа огнестойкости
Обработанные щеткой					
1	АДж-12	0,2	1	9,4	II
			2	9,8	II
			3	10,7	II
		0,3	1	8,65	I

			2	9,2	II
			3	10,5	II
2	АДж-15	0,2	1	9,2	II
			2	9,6	II
			3	10,8	II
	0,3	1	9,0	I	
		2	9,4	II	
		3	10,3	II	
Обработаны пульверизатором					
	АДж-12	0,2	1	9,2	II
			2	9,4	II
			3	9,8	II
	0,3	1	6,34	I	
		2	8,6	I	
		3	9,4	II	
	АДж-15	0,2	1	9,1	II
			2	9,5	II
			3	10,4	II
	0,3	1	8,8	I	
		2	9,2	II	
		3	10,0	II	
Обработанные под давлением					
	АДж-12	0,2	1	8,4	I
			2	8,8	I
			3	9,0	I
	0,3	1	6,03	I	
		2	6,6	I	
		3	8,3	I	
	АДж-15	0,2	1	8,5	I
			2	8,8	I
			3	9,0	I
	0,3	1	6,2	I	
		2	6,7	I	
		3	9,0	I	

Из результатов проведенных экспериментов по определению степени огнестойкости антипирена марки АДж-12 путем нанесения кистью, пульверизатором и обработкой под давлением на поверхность древесных материалов известно следующее: потеря массы образцов древесины, обработанных щеткой, в течение 3 лет составила 10,5 % и относилась к группе огнестойкости Г2. За этот период потеря массы образцов, обработанных распылением, составила 9,4%. Отмечено, что у образцов древесины, обработанных под давлением, их группа огнестойкости не изменилась. Доказано, что обработка древесных материалов под давлением отличается от других методов обработки высокой эффективностью и длительное время сохраняет свои свойства за счет проникновения и заполнения пор на внутренней поверхности древесины под давлением.

Изучены результаты экспериментов фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов по затратам на пропитку поверхности. При этом деревянные образцы влажностью 12 % и средней плотностью 520 кг/м<sup>3</sup>, обработанные 100,

200 и 300 г антипиренами на 1 м<sup>2</sup> поверхности, хранились до 3 лет при температуре 20-22 °С и относительной влажности 68-70%. Установлена их огнезащитная эффективность (табл. 10). На основании полученных данных проверки степени эффективности антипиренов во времени по типам обработки установлено, что эффективность огнестойкости образцов древесины зависит, в основном, от вида обработки, т.е. от способа обработки в автоклаве, от количества антипирена. Эффективность огнестойкости фосфор-, серо- и металлсодержащих антипиренов марок АДж-12 и АДж-15 сохраняется не менее трех лет. Строительные материалы на основе серы характеризуются высокими эксплуатационными характеристиками, такими как высокая прочность, гидроизоляция, морозостойкость и устойчивость к агрессивным средам, высокой срок службы. В то же время низкая термостойкость бетона и смесей на основе сернистых вяжущих в некоторой степени ограничивает применение материалов на их основе в строительстве. Для преодоления этого недостатка в бетонах и смесях на основе серного вяжущего диссертантом разработаны модификаторы, состоящие из олигомерного антипирена, гидроксида алюминия, кремнезема и аддукта на основе циануровой кислоты В1 и из олигомерного антипирена, вермикулита, гидроксида магния В2 в количестве 10 % от общей массы содержания серы. Изучена технологическая схема получения модификатора марки В2 (рис. 7). В процессе получения этих модификаторов изучались соотношения температуры, времени и исходных компонентов. Для получения модификатора В2 было подготовлено несколько соотношений и проведены исследования их огнезащитных свойств.

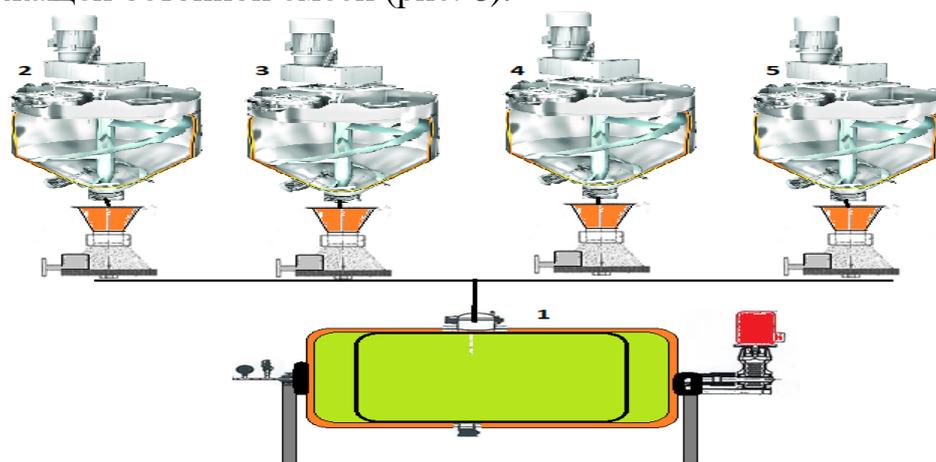


**Рис.7. Технологическая схема получения модификатора марки В2:**

**1-реактор (для приготовления модификатора); 2-емкость для олигомерного антипирена АДж-14; 3-емкость для гидроксида магния; 4-емкость для вермикулита; 5-емкость для микрокремнезёма; 6-емкость для стеарата кальция; 7-емкость для аддукта мочевины; 8-дробилка; 9-готовый продукт.**

Этот процесс, в основном, завершается созданием композиционных составов. В процессе реакции все исходные вещества (см. рис.7.) в емкостях 2-7 через дробилку 8 подаются в реактор 1 и перемешиваются при температуре 220 °С в течение 1,5-2,0 ч. Процесс реакции продолжается до тех пор, пока общая масса смеси не останется постоянной. Полученный модификатор добавляют в емкость 9 для готового продукта. Технология получения серосодержащих

огнестойких бетонных композиций осуществляется на основании нормативного документа ГОСТ Р59613-2021 «Смеси серобетонные и серобетон». В качестве связующего материала выбрана «Сера техническая» ГОСТ 127.1-93. В качестве мелкого наполнителя использовали песок максимальной крупностью до 5 мм, с содержанием пыли и грязи не более 5%, полученный из местного каменного материала. В качестве крупного заполнителя использовали щебень, гравий и уплотненные породы крупностью не менее 5-40 мм, марки Г4 8267, не менее 3%. Состав серосодержащих огнеупорных бетонных композиционных материалов был выбран с учетом удобного расположения, обеспечивающего требуемые эксплуатационные характеристики, как и у обычной серосодержащей бетонной смеси (рис. 8).



**Рис. 8. Технология получения огнестойких бетонных композиций с содержанием серы на основе модификаторов В2**

Технология получения огнестойких бетонных серосодержащих композитов реализована с учетом их использования до температуры 80°C в следующей последовательности. Необходимое количество дозированного крупного и мелкого наполнителя сначала сушится на сушильном барабане, а затем подаётся в смеситель при температуре 170-100 °С. После перемешивания минеральных составов через 5 с добавляется в миксер в необходимом количестве дозированная сера в сухом состоянии и олигомерный антипирен марки АДЖ-14, гидроксид магния, вермикулит, микрокремнезём, стеарат кальция и модификатор В2, состоящий из аддукта мочевины. Оптимальное время перемешивания сухого состава серосодержащего огнеупорного бетона осуществляется в момент полного расплавления серы в составе. Приготовленную серобетонную смесь укладывают из смесителя в форму в соответствии с требованиями проектной документации, где температура бетонной смеси составляет 130-155 °С. При приготовлении серосодержащих бетонов от смесителя до формы единица измерения прибора, используемого для измерения температуры в ней, не должна превышать 1,0 °С. Модифицированный бетон на основе серы приобретает свои свойства после охлаждения до температуры 25-30 °С. При этом скорость охлаждения серобетона, сформированного при температуре 120-155 °С, должна составлять равномерно 20 °С в час. С целью огнезащиты древесных материалов

разработана экономическая эффективность создания олигомерных антипиренов марки АДж-12, содержащих в своём составе фосфор и металл. В соответствии с этим была определена стоимость сырья для производства двухкомпонентного антипирена АДж-12 массой 100 кг. Согласно расчетам, по первому варианту стоимость антипиренового вещества АДж-12 составила 36 188 сум/кг, по второму варианту - 28 051 сум/кг. В сравнении с антипиреном Пирилакс-Classic (47241 руб./кг), произведенным в России и полученным в обмен на иностранную валюту с целью защиты древесных материалов от возгорания, соответственно по первому варианту достигнута экономическая эффективность в  $47241 \text{ сум/кг} - 36188 \text{ сум/кг} = 11053 \text{ сум/кг}$ , а по второму варианту  $47241 \text{ сум/кг} - 28051 \text{ сум/кг} = 19190 \text{ сум/кг}$ .

Определена экономическая эффективность строительных материалов, модифицированных серой. В качестве варианта для сравнения получена коррозионностойкая серобетонная смесь (патент RU 2430053). Была сравнена экономическая эффективность коррозионностойкой композиции, полученной из серобетонной смеси, и способа ее получения. Для плитки с геометрическими размерами 250x250x50 мм на основе нанопорошка АСИЛ-300 составляет 640,43 шт/сум и 540,84 шт/сум для предложенной композиции. Экономическая эффективность получения огнезащитного состава бетона на основе серосодержащих вяжущих В2 составила 1593,44 сум на 1 м<sup>2</sup> пола. На основе результатов исследования и разработки огнестойких полимерных строительных материалов сформулировали следующие выводы:

## ВЫВОДЫ

1. Результатами теоретического анализа огнезащиты полимеров, древесины и материалов предопределена необходимость создания полифункциональных олигомерных антипиренов на основе экологически чистого, дешевого местного сырья и потребность улучшения применения этих антипиренов при расширении использования указанных материалов. Проанализированы теоретические и практические работы о необходимости создания бетонных строительных материалов на основе серосодержащих вяжущих для пожарной и радиационной защиты, применение бетонов на основе серосодержащих вяжущих в промышленности.

2. Доказаны особенности подбора фосфор-, серо- и металлсодержащих полифункциональных антипиренов, полученных на базе местного сырья, повышение огнестойкости древесных материалов, снижение количества тепла, выделяемого из материала, используемого в основной воспалительной фазе горения, минимизация скорости потери древесины в времени и продолжительности самостоятельного горения, снижение скорости выделения продуктов древесных материалов и газообразных продуктов.

3. С целью снижения уровня горючести было достигнуто повышение теплофизических свойств серобетонов марок В1 и В2 практически без изменения физико-механических и химических свойств, а также осуществлен перевод основного материала из группы горючих в группу трудногорючих.

4. При обработке новыми полифункциональными 15 и 20% олигомерными антипиренами марки АДЖ-12 на основе фосфор-, серо- и металлсодержащих соединений древесный материал относится к группе Г1-трудногорючих, древесный материал, обработанный с 20%-ным антипиреном, не имеет самостоятельного времени горения, потеря массы составила 5%, олигомерный антипирен марки АДЖ-12 прочно внедрялся в ткань древесины и не происходил процесс окисления, считавшийся связующим звеном треугольника горения.

5. При обработке фосфор-, серо- и металлсодержащими полифункциональными олигомерными антипиренами изучена зависимость оптимального содержания антипирена от способа обработки. Наиболее эффективным и экономичным методом обработки древесных материалов определена обработка под давлением.

6. Установлено, что в композициях с 5-, 10-, 15- и 20 %-ным содержанием антипирена марки АДЖ-15 в полиэтилене, показатель КИ удваивается, а в полипропиленовой композиции значение было еще выше. У полимеров полиэтилена и полипропилена с антипиреном марки АДЖ-16 этот показатель оказался на 25 % ниже.

7. Степень радиационной стойкости серосодержащих бетонов определяли по коэффициенту линейного ослабления на рентгеновском аппарате. Модификаторы В1 и В2, введенные для последующего перевода серосодержащих бетонов в группу негорючих, не оказали негативного влияния на коэффициент линейного затухания при различных облучениях, а снизились в среднем до 10 %.

8. С целью расширения области применения материалов на базе серы и повышения их устойчивости к условиям пожара впервые была разработана технология получения модификаторов В2 и серосодержащих бетонов для повышения огнестойкости вяжущих на основе серы.

9. Определена экономическая эффективность применения антипирена марки АДЖ-12 и в сравнении с антипиреном Пирилакс- Classic (47241 руб./кг), произведенным в России и полученным в обмен на иностранную валюту с целью защиты древесных материалов от возгорания, соответственно по первому варианту достигнута экономическая эффективность 47241 сум/кг-36188 сум/кг=11053 сум/кг, а по второму варианту 47241 сум/кг-28051 сум/кг=19190 сум/кг.

10. Определение технико-экономической эффективности огнезащитной композиции на основе серосодержащих вяжущих марки В2 осуществляли на примере используемой на практике плитки геометрическим размером 250x250x50 мм с серной композицией на основе кремнийсодержащего наполнителя. По полученным результатам установлено, что экономическая эффективность на 1 м<sup>2</sup> пола составляет 1593,44 сум.

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

**SIDDIQOV IKROMJON IMINJONOVICH**

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PHOSPHORUS,  
SULFUR AND METAL-CONTAINING FIRE-RESISTANT POLYMER  
BUILDING MATERIALS**

**05.10.02- Safety in emergencies. Fire, industrial, nuclear and radiation safety;  
02.00.14 - Technology of organic substances and materials based on them**

**ABSTRACT  
DOCTOR OF TECHNICAL (DSc) DISSERTATIONS**

**Tashkent-2023**

**The title of the dissertation Doctor of sciences (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of №B2019.2.DSc/T294.**

The dissertation was completed at the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of dissertation is posted in Three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council ([www.fvvakademiya.uz](http://www.fvvakademiya.uz)) and Information and Educational Portal «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific consultant:**

**Djalilov Abdulakhat Turapovich**

Dr.Sc. in chemistri, Academic

**F.N. Nurkulov**

Doctor of technical science, senior researcher

**Official opponents:**

**Bakhadirov Azizbek Abdulazizovich**

doctor of technical sciences, professor

**Beknazarov Hasan Soyibnazarovich**

doctor of technical sciences, professor

**Majidov Inomjon Urishevich**

doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:**

**Namangan Civil Engineering Institute**

The defense of the thesis will take place “31” march 2023 at 10<sup>00</sup> hours at a meeting of the one-time Scientific Council on the basis of the Scientific Council of the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan PhD.40/30.12.2022.T.129.01 (Address: Tashkent, 100102, Yangi hayat district, Dustlik street, 5, Phone: (71) 258-56-57 (duty station); e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of the Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan (registration number №\_\_\_). (Address: Tashkent, 100102, Yangi hayat district, Dustlik street, 5, Phone: (71) 258-56-57 (duty station); e-mail: [info@akademiyafvv.uz](mailto:info@akademiyafvv.uz)).

Abstract of dissertation sent out on «\_\_» march 2023 year.

(mailing report №\_\_\_, on «\_\_» \_\_\_\_\_2023 year).

**B.T. Ibragimov**

Chairman of the Scientific Council for the award of academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

**X.M. Dusmatov**

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

**R.I. Ismailov**

Chairman of the scientific seminar at Academic Council awarding scholars degree, Doctor of Technical Sciences, Professor.

## **INTRODUCTION (abstract of the DSc Thesis)**

**The aim of the study** is to develop an effective technology for the fire protection of polymeric and wood-based materials, as well as sulfur-containing

concretes, with new generation polyfunctional flame retardants obtained from local raw materials.

**Tasks of the research:**

synthesis of polyfunctional oligomeric flame retardants based on local raw materials and research of their fire protection properties;

study of the effect of the created polyfunctional flame retardants on the thermophysical properties of polymer and wood materials;

studying the effect on the structure, physical-mechanical and chemical properties of polymer and wood and materials treated with polyfunctional flame retardants;

study of thermophysical and radiation properties of sulfur-containing concretes modified with polyfunctional flame retardants;

development of the optimal composition of multifunctional flame retardants for reducing the flammability of flammable polymer, wood materials and increasing the fire resistance of sulfur-containing concretes;

is to develop a cost-effective technology of applying multifunctional flame retardants to wood, polymer and sulfur-containing concrete.

**The object of the study:** polymer, wood and sulfur-containing concrete materials treated with polyfunctional oligomeric flame retardants obtained on the basis of local raw materials.

**The scientific novelty** of the research is as follows: In fire protection of polymer and wood materials, 5 multifunctional flame retardant compositions of the ADj brand, obtained on the basis of local raw materials, and the technology of obtaining new brands of V1 and V2 brand modifiers have been developed to reduce the flammability indicators of concretes based on sulfur binder;

it was determined that the mass loss efficiency of fire-resistant building materials obtained by brushing, spraying and pressure treatment of wood materials with multifunctional flame retardant compositions decreased from 68.9% to 5.83%;

structure, physical-mechanical and chemical properties of polymer and wood treated with polyfunctional flame retardants using infrared spectroscopy (IR), X-ray phase (RFA) and thermogravimetric (TG) x-ray analysis methods, and fire-resistant properties of wood, polymer and sulfur-containing concrete materials using standard methods identified; as a result of the formation of various oxides and water vapors by combining with oxygen in the air under the influence of high temperature, the mechanism of improving the fire resistance properties of building materials has been determined; the physico-mechanical and chemical properties of sulfur binder concretes made on the basis of V1 and V2 modifiers, created in order to increase fire resistance, were investigated and it was determined that they increase their thermophysical properties and transfer the material based on it from a combustible group to a difficult combustible group. the technology of impregnating building materials under pressure has been developed;

In order to expand the fronts of using materials based on sulfur binder, to use them as structural materials, it was achieved to transfer them from the combustible

group to the difficult combustible group with the help of modifiers V1 and V2 created on the basis of local raw materials.

**The practical results of the research are as follows:**

optimal compositions of polyfunctional flame retardants have been developed to reduce the flammability of polymer, wood, and combustible materials based on them;

optimal methods of processing wood-based combustible materials to increase their resistance to fire conditions have been developed;

new content modifiers were created to increase the fire resistance of concrete materials based on sulfur-containing binders, and their optimal content of 10 and 15% was selected;

wooden materials treated with multifunctional flame retardants created on the basis of local raw materials were transferred from the combustible group to the difficult combustible group due to the increase in KI indicators from 23 to 49%, the decrease in the flame spread index on the surface from 50 to 32%;

as a result of modifying the composition of polymer materials with polyfunctional flame retardants, their oxygen index was increased by 53%.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained in the research and development of technology of fire-resistant polymer building materials containing phosphorus-, sulfur- and metal:

Oligomeric flame retardant compositions containing phosphorus, sulfur and metal, created to protect wood and polymer building materials from fire. "Fire Fighting Society of Uzbekistan" construction materials production and processing enterprises in cooperation with regional departments of emergency situations in successful practice (Reference No. 05/15-907 dated April 11, 2022 of the Association of Own Construction Materials of the Republic of Uzbekistan), ( Reference No. 4/4/32-1111 dated April 20, 2022 of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan) was introduced. As a result, fire-resistant building materials were transferred from the flammability group (Yo3) to the difficult-to-combust (Yo1) group. Also, the economic efficiency of using ADj-12 flame retardant was 19,190 soums/kg.

**Publication of research results.** A total of 40 scientific works were published on the subject of the dissertation, including 2 patents for inventions, 4 in foreign journals, 11 in scientific publications recommended to publish the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, 22 of them at the international and national level. published in conference proceedings and journals.

**The structure and scope of the dissertation.** The composition of the dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices, and the volume of the dissertation is 200 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ  
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

## LIST OF PUBLISHED WORKS

### I бўлим (Часть I; Part I)

1. А.Т.Жалилов, Н.А.Самигов, Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев, У.Н.Самигов. Ихтирога патент IAP 06100. “Ёғочни қайта ишлаш учун ёнғиндан ҳимояловчи таркиб”. “Огнезащитный состав для обработки древесины”.
2. А.Т.Джалилов, Н.А.Самигов, Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев, У.Н.Самигов. Ихтирога патент IAP 06251 “Таркибида металл бўлган олигомер антипиренини олиш усули”. “Способ получения металлосодержащего олигомерного антипирена”.
3. I.I. Siddikov, I.J. Yuldashev, R. Baltabaev, B.V. Vakhabov, B.A. Muslimov. Research of fire-protective efficiency of oligomeric antipirenes for wood materials. Solid state technology volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. P.18682-18687. (№3 Scopus/ Solid State Technology Journal's Impact IF 0,33. 2019-2020) (05.00.00; №44).
4. I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.I.Akhmedov. Flame-retardant efficiency of oligomeric flame retardants of the new generation. European journal of life safety and stability (EJLSS). www. Ejlss. Indexedresearch. Org Special issue, 2022. P.319-323. SJIF. IF 5.677 (2022) (05.00.00; №34).
5. I.I.Siddikov, B.I.Fayzullaev. Development of oligomeric antipirene for polymeric building materials. Academicia Globe: Inderscience Research. Volume 2, Issue 5, May, 2021. P.113-116. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/32T9C> SJIF: 5.653 Impact Factor: 7.425. (05.00.00; №69).
6. I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.K.Jumaev, F.M.Hodjaev, T.A.Jumaniyozova. Properties based on Phosphorus, Silicon and Nitrogen-Containing Oligomeric Frametering. Design Engineering. ISSN:0011-9342 Year 2022 Issue: Pages: -3857-3867. (05.00.00; №4).
7. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Исследование распространение пламени и дымообразующей способности модифицированных древесных строительных материалов. Arxitektura, qurilish va dizayn. Илмий-амалий журнал. Ташкент#1, 2022. С.134-138. (05.00.00; №4).
8. И.И.Сиддиков, С.Қ.Жумаев. Ёғочнинг тутун ҳосил қилиш коэффициентига таъсир қилувчи олигомер антипиренлар. Ёнғин-портлаш хавфсизлиги илмий-амалий электрон журнал. №1 (6). Тошкент 2021. С.208-210. (05.00.00; №28)
9. А.Т.Джалилов, Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Исследование полимерных строительных материалов на основе металлосодержащего олигомерного антипирена с эпоксидной смолой. Научно-технический журнал ФерПИ. 2021. Т 25. №3. С.70-75. (05.00.00; №20)
10. И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев, Н.А.Самигов, А.Т.Джалилов, С.М.Махкамов, Ф.Н.Нуркулов. Современное состояние норм и правил пожарной безопасности в области огнезащиты строительных материалов и

конструкций. Ж. Архитектура, строительство, дизайн.2. 2015. С. 20-24. (05.00.00; №4)

11. И.И.Сиддиков, Р.С.Юсупов, Ш.А.Мансурходжаев. Огнезащита строительных конструкций с эффективными огнезащитными покрытиями. Журнал. Пожаровзрывобезопасность. №1. 2018 г. С.98-100. (05.00.00; №28)

12. Н.А.Самигов, Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Исследование огнезащитных вспучивающих покрытий. Журнал. Пожаровзрывобезопасность. №1. 2018 г. С.82-86. (05.00.00; №28)

13. Джалилов А.Т., Нуркулов Ф.Н., Самигов Н.А., И.И.Сиддиков. Новое поколение огнезащитного состава на основе металлоорганических олигомеров. Ж. Пожаровзрывобезопасность. №3. 2019 г. С.12-14. (05.00.00; №28)

14. А.Т.Джалилов, Н.А.Самигов, Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Исследование на основе фосфор-, азот и металлоорганических олигомерных антипиренов. Журнал. Пожаровзрывобезопасность. №2. (1) 2018 г С.47-49. (05.00.00; №28)

15. Н.А. Самигов, Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К. Жумаев, У.Н. Самигов. Изучение фосфорсодержащих олигомерных антипиренов. Научно-технический журнал ФерПИИ. 2017. Том 21.№4.С.109-115.(05.00.00; №20)

16. И.И.Сиддиков, Ф.Н.Нуркулов, С.К.Жумаев. Маҳаллий хомашёлар асосида қурилиш материалларининг оловбардошлигини ошириш. Журнал. Пожаровзрывобезопасность. №1. 2022 г. С.60-70. (05.00.00; №28)

17. И.И.Сиддиков, Ф.Н.Нуркулов, С.И.Ахмедов. Огнезащитная эффективность олигомерных антипиренов. Memorchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal 2. 2022. СамДАҚИ. С. 60-64. (05.00.00; №14)

## **II бўлим (Часть II; Part II)**

18. I.I.Siddikov, J.F.Istamov. Development of oligomeric antipirene for wood building materials. Eurasian journal of academic research. Volume 1, Issue 02, May, 2021. P.682-685. (№14 ResearchBib, №14 Universal impact factor).

19. И.И.Сиддиков, Ж.Д.Нуриддинов. Олтингугурт асосидаги бетон имкониятларидан кенг фойдаланиш. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2<sup>nd</sup> May 2022. Malaysian Conference 2022. P.64-67.

20. И.И.Сиддиков, А.А.Каримов. Ёғоч материалларини ёнгинбардошлик даражасини антипиренлар ёрдамида ошириш. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2<sup>nd</sup> May 2022. Malaysian Conference 2022. P.60-63.

21. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Исследование древесных строительных материалов с олигомерными антипиренами. Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы Сборник материалов XV международной научно-практической конференции молодых ученых. 7-8 апреля 2021 года. Минск УГЗ С.235-238.

22. Ф.Н.Нуркулов, А.Т.Джалилов, И.И.Сиддиков. Исследование полимерных строительных материалов с олигомерными материалами. Сборник

материалов XV международной научно-практической конференции молодых ученых 7-8 апреля 2021 года. Минск УГЗ С.238-241.

23. Nurkulov F.N., I.I.Siddikov, Jumaev S.K. Fire protection of wood materials by antipirene based on local raw materials. Энерго-и ресурсосбережение: Новые исследования, технологии и инновационные подходы. Сборник научных трудов международной конференции. Карши 24-25 24-25 сентябрь 2021 г. С.458-462.

24. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Ёғоч материалларини ёнғиндан химояловчи олигомер антипиренларнинг самарадорлигини тадқиқ қилиш. Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари. Халқаро илмий амалий онлайн конференция. Тошкент 28 май 2021 й. С.329-333.

25. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Ёғочнинг ёниш ва пиролиз жараёнига таъсир килувчи олигомер антипиренларнинг ахамияти. Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари. Халқаро илмий-амалий онлайн конференция. Тошкент 28 май 2021 й. С.333-337.

26. Ф.Н.Нуркулов, А.Т.Джалилов, Н.А.Самигов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Энерго-и ресурсосберегающие фосфорсодержащие олигомерные антипирены для строительных материалов. Международная научно-техническая конференция. Ташкент кимё технология институти. 2016 й. С.97-98.

27. Н.А.Самигов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Исследование повышения огнестойкости древесины путем её обработки олигомерными антипиренами. IV Всероссийская конференция по химической технологии “Химическая технология”. Москва 2012 г. С.175-176.

28. И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Ёғоч материалларига антипирен шимдириш-нинг янги самарадор технологияси. Международная научная и научно-техническая конференция на тему: Инновации в строительстве, конструкционная и сейсмическая безопасность зданий и сооружений. Наманган 11-13 ноябрь, 2021й. С.131-137.

29. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Огнезащита древесных материалов антипиренами на основе местного сырья. Сборник трудов международной конференции Энерго-и ресурсосбережение: новые исследования, технологии и инновационные подходы. Карши 24 – 25 сентября 2021 г. С.415-419.

30. N.A.Samigov, I.I.Siddikov, S.K.Jumaev. Study of phosphorus-containing oligomeric antipyrines. Сборник тезисов и докладов VII международной научно-практической конференции. Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития гражданской обороны. 15 марта 2019 г. г Кокшетау. С.216-223.

31. А.Т.Джалилов, И.И.Сиддиков. Снижение пожарной опасности деревянных материалов способом глубокой пропитки огнебиозащитными составом АДЖ-2. Проблемы экологии и экологической безопасности. создание новых полимерных материалов Сборник материалов VII Международной

заочной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды. 5 июня 2020 года Минск УГЗ 2020. С.169-171.

32. Н.А.Самигов, А.Т.Жалилов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Огнезащита древесины антипиренами на основе кремнеорганических соединений. Международная научная конференция. Innovation-2010. С.124-125.

33. Н.А.Самигов, А.Т.Жалилов, Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Фосфорсодержащие антипиреновые композиции. Сборник тезисов и докладов УШ-международной научно-практической конференции. Кокшетау 2017. С.252-258.

34. Ф.Н. Нуркулов, И.И.Сиддиков, С.К.Жумаев. Исследование огнезащитной эффективности кремнийсодержащих антипиренов для древесины. Сборник тезисов и докладов IX-международной научно-практической конференции. Кокшетау 2018. С.137-139.

35. И.И.Сиддиков, Ф.Н. Нуркулов. Исследование модифицированных эпоксидных композиционных материалов пониженной опасности. Материалы УШ-международной научно-практической конференции “Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация”. Минск 2019. С.331-335.

36. Ф.Н.Нуркулов, И.И.Сиддиков. Дымовыделение при термическом разложении модифицированных древесных строительных материалов. Ҳаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар мавзусидаги III-республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент ш., 2021 йил 30 март. С.113-116.

37. С.К. Жумаев, Н.А. Самигов, И.И.Сиддиков, Ф.Н.Нуркулов. Антипирен на основе отходов производства. Композицион материаллар ва улардан махсулотлар олишнинг прогрессив технологиялари. ИТК материаллари. 28-29 апрель 2019. ГУП Фан ва тараккиёт. С.380-383.

38. И.И.Сиддиков, С.К. Жумаев, Н.А. Самигов, У.Н.Самгов. Основные направления повышение огнезащитной эффективности строительных материалов система противопожарного нормирования в строительстве. “Ёнғинга хавфсиз қурилиш материаллари-хавфсизлик пойдеворидир” илмий амалий анжуман материаллари тўплами. Т 2017. ЁХОТМ. С.49-52.

39. Н.А. Самигов, А.Т. Джалилов, И.И.Сиддиков, Ф.Н. Нуркулов, С.К. Жумаев. Модификация полиэтилена высокого давления на основе металлосодержащих олигомерных антипиренов. “Ёнғинга хавфсиз қурилиш материаллари-хавфсизлик пойдеворидир” илмий амалий анжуман материаллари тўплами. Т 2017. ЁХОТМ. С.25-27.

40. Н.А.Самигов, А.Т.Джалилов, И.И.Сиддиков. Новый экологический безопасный огнезащитный состав на основе фосфорсодержащих органических соединений. Ёнғин хавфсизлигини таъминлашнинг долзарб муаммолари ва соҳадаги инновацион технологияларнинг ўрни мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. Т. ЁХИ. 2019.29 ноябрь.С.222-223.

Автореферат “Ёнѓин ва портлаш хавфсизлиги” илмий электрон журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди (28.02.2023 й.)

Босишга рухсат этилди: 15.03.2023 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда раќамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоѓи 5. Адади: 100. Буюртма: № \_\_\_\_\_.

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

