

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**РУЗИЕВ РУФАТ ТОШБОЕВИЧ**

**АКРИЛ СТИРОЛ СОПОЛИМЕРЛАРИ АСОСИДА ИССИҚЛИКДАН  
ҲИМОЯЛОВЧИ ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
05.05.05–Иссиқлик техникасининг назарий асослари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ бўйича фалсафа доктори (phd) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2024**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents dissertation abstract of doctor philosophy (PhD)**

**Рузиев Руфат Тошбоевич**

Акрил стирол сополимерлари асосида иссиқликдан ҳимояловчи  
қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 3

**Рузиев Руфат Тошбоевич**

Разработка технологии получения теплозащитных покрытий на основе  
сополимеров акрилстирола..... 21

**Ruziev Rufat Toshboevich**

Development of technology for obtaining heat-shielding coatings based on  
acrylstyrene  
copolymers..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**РУЗИЕВ РУФАТ ТОШБОЕВИЧ**

**АКРИЛ СТИРОЛ СОПОЛИМЕРЛАРИ АСОСИДА ИССИҚЛИКДАН  
ҲИМОЯЛОВЧИ ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
05.05.05–Иссиқлик техникасининг назарий асослари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ бўйича фалсафа доктори (phd) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2024**

фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.2.PhD/Т3605 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Раҳмонқулов Аликул Амиркулович**  
физика-математика фанлар номзоди., доцент.

**Расмий оппонентлар:**

**Муртазаев Қувондиқ Мустафаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Файзиёв Жаҳонгир Баҳромович**  
техника фанлари (PhD) к.и.х.

**Етакчи ташкилот:**

**Термиз давлат университети**

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти хузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2024 йил «10» октябрь соат 9<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz)).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 2024/29, рақами билан рўйхатга олинган Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz)).

Диссертация автореферати 2024 йил «18» сентябрь куни тарқатилди.  
(2024 йил «18» сентябрь 2024/29 рақамли реестр баённомаси).



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

**Ш.Н. Қиёмов**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби,  
т.ф.д., к.и.х.

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Сўнги йилларда, дунёда ишлаб чиқариладиган акрил, полиуретан, эпоксид, винил полимерлари асосида ҳароратбардош, физик-механик ва кимёвий таъсирларга барқарорлиги юқори бўлган иссиқликдан ҳимояловчи қопламалар олиниб, машинасозлик, қурилиш, қишлоқ хўжалиги, нефть-газ саноатида иссиқликдан ҳимояловчи қопламалар олиш мақсадида кенг қўлланилмоқда. Шунга кўра, акрил стирол сополимерларини термофизик хоссалари юқори бўлган модификаторлар билан модификациялаб термомеханик хоссалари яхшиланган янги полимер қопламаларини яратиш, уларнинг хоссаларини аниқлаш ва қўллаш технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга касб этади.

Жаҳонда саноат корхоналари қурилмаларини иссиқлик таъсиридан ҳимоялаш учун полимер композит қопламалар яратиш ҳамда қўллаш бўйича кенг қўламли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, таркибида азот, кремний ва металл бўлган органик боғловчилар асосидаги модификаторлар билан модификациялаб самарали қоплама ҳосил қилиш, қоплама ҳосил қилувчи модда ва металл юза ўртасидаги синергизм боғлиқликни аниқлаш ҳамда таъсир механизмларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда маҳаллий хомашёлар ва иккиламчи маҳсулотлар асосида импорт ўрнини босувчи янги турдаги акрил стирол сополимерлари ёрдамида иссиқликдан ҳимояловчи қопламалар ишлаб чиқариш ҳамда уларни турли агрессив муҳитларда ишлаш хусусиятларини синовдан ўтказиш бўйича илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар олиш технологияларини яратиш»<sup>1</sup> га йуналтирилган муҳим вазифалар белгиланган. Бу борада саноатда ишлаб чиқариш корхоналаридаги юқори ҳароратда ишлайдиган иситгичлар ва иссиқлик узатиш қувурларидаги иссиқлик сарфини камайтиришда маҳаллий хомашёдан янги юқори самарали қопламаларнинг экологик тоза, иқтисодий самарадор ва инновацион технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони, 2017 йил 7 февралдаги ПҚ-4947-сон «2017-2022 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2022 йил 28 январдаги ПҚ-3236-сон қарорлари, 2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида 2021 йил 23 августдаги «Ўзбекистон Республикасининг кимё саноатини жадал ривожлантириш тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони.

3983-сон 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 ривожининг VII «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сўнги йилларда ҳароратга барқарор полимер материалларнинг янги авлодини яратиш бўйича хорижий олимлар: А.К.Ковалева, А.А.Копбосынова, А.В. Маркин, Н.Р.Прокопчук, Н.К. Киреева, А.Р. Сурлева, Р.М.Гарипов, Э.Р.Галимов, Е.Ю. Петухова, Э.Т.Крутько, А.И.Глоба, S. Ramis Rau, Ramesh Kasi, Hirokazu Mogami, Hideharu Mori, Nadia A. Ali, Ahmad Nakamy, Abdelazim M. Mebed ва бошқалар томонидан қатор илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Республикамизда ҳам ҳароратга барқарор полимер материалларни яратиш мақсадида фаол модификаторларни танлаш ва уларни қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш, янги таркибнинг структурасини ва хусусиятларини яхшилаш бўйича: А.Т. Джалилов, Н.А. Самигов, А.Т. Тиллаев, Б.Ф. Мухиддинов, А.С. Рафиқов, А.Б. Жураев, Ф.Н. Нурқулов, Б.А. Мухамедғалиев, И.И. Сиддиқов, Х.С. Бекназаров, Б.А. Нормуродов ва бошқалар қатор илмий тадқиқот ишлари олиб бормоқдалар. Улар томонидан ҳароратга барқарор полимер матрицали композитларни яратиш учун тадқиқотчилар томонидан таркибида кремний, азот ва металл атомлари мавжуд бўлган модификаторларни танлаш, маҳсулотни кенг доирада қўллаш ҳамда ҳароратга барқарор янги шакиллантирилган композит материалларнинг физик-кимёвий ва механик хоссалари аниқлаш каби экспериментал тажрибалар ўтказилган. Шу билан бир қаторда, полимер материалларнинг ҳароратга барқарорлигини оширувчи қўшимчалар билан модификациялашнинг замонавий усулларини яратиш, мавжуд технологияларни такомиллаштириш ва амалиётда қўллаш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ПЗ-202008061 (2021-2023 йй) “Янги авлод олигомер антипиренларни қўллаб ёғоч қурилиш материаллари ва буюмларининг оловбардошлигини ошириш ресурс тежамкор технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** акрил стирол сополимерларини модификациялаб иссиқликдан ҳимояловчи қопламалар олишнинг иқтисодий самарадор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

акрил стирол сополимери, каварикланган вермикулит, поливинилацетат ва суюқ шиша асосида иссиқликдан ҳимояловчи янги полимер қопламалар олишнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

олинган янги полимер қопламалар тузилишини физик-кимёвий хоссаларни замонавий тадқиқот усуллари ёрдамида таҳлил қилиш;

олинган полимер қопламаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, иссиқлик сиғими ва термофизик хоссаларини аниқлаш;

юқори ҳароратга чидамли янги полимер қопламалар олишнинг принципиал технологик схемасини ишлаб чиқиш ва иқтисодий самарадорлигини асослаш ҳамда тажриба-синов ишларини амалга ошириш;

**Тадқиқотнинг объекти** акрил стирол сополимери, поливинилацетат, суюқ шиша ва каварикланган вермикулит ҳамда олинган янги полимер қопламали материаллар ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** янги турдаги юқори ҳароратга чидамли полимер қопламалар олиш жараёнининг мақбул шароитларини аниқлаш, олинган полимер қопламаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, иссиқлик сиғими ва термофизик хоссаларини ўрганиш ҳамда уларни амалиётда қўллашдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар натижасида олинган моддаларнинг тузилиши ва хоссаларини тадқиқ этишнинг замонавий усуллари, жумладан, физик-механик таҳлил, сканерловчи электрон микроскопия (СЕМ), элемент таҳлил, инфрақизил спектроскопия, термогравиметрик ва дифференциал термик таҳлил ҳамда дифференциал сканерловчи калориметрия усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

акрил стирол сополимери, каварикланган вермикулит, поливинилацетат ва суюқ шиша асосида таркибларни модификациялаб полимер қопламалар олинган;

таркибида кремний, азот ва металл бўлган қўшимчалар билан модификацияланган акрил стирол сополимерини асосидаги ҳароратга барқарор полимер қопламалар олишнинг мақбул шароитлари ва физик-кимёвий хоссаларни аниқланган;

акрил стирол сополимери асосидаги қоплама деструкцияланиш ҳарорати ортишининг модификациялаш шароитига ва тўлдирувчи хоссаларига боғлиқлиги аниқланган;

янги таркибли полимер қопламалар адгезияси 1 балл, майдаланиш даражаси 20 мкм ва зарбий мустаҳкамлик чегараси 18-20 см гача яхшиланишининг полифункционал таъсирга эга кимёвий қўшимчаларнинг оптимал нисбатларига боғлиқлиги илмий исботланган;

акрил-стирол сополимери асосида иссиқликдан ҳимоя қилувчи ва юқори иссиқлик сиғимига эга бўлган полимер қопламаларни ишлаб чиқаришнинг янги технологияси ишлаб чиқилган ва унинг кенг қўлланиладиган аналогларга нисбатан 17,31% га юқори иқтисодий самарадорликка эга эканлиги аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

акрил стирол сополимери, қавариқланган вермикулит, поливинилацетат ва суюқ шиша асосида қўшимчаларни оптимал нисбатлари олинган ва ушбу бирикмалар билан акрил стирол сополимери модификацияланган;

юқори ҳароратга барқарор полимер қопламаларнинг исиклик ўтказувчанлиги ва термик қаршилиги қавариқланган вермикулит концентрацияси ҳамда модификациялаш ҳароратига боғлиқлиги аниқланган;

акрил стирол сополимерини модификациялаб юқори адгезион, термик барқарор полимер қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

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

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қавариқланган вермикулит, поливинилацетат ва суюқ шиша асосидаги таркиблар билан акрил стирол сополимерларни модификациялаш натижасида полимерларнинг ҳароратга барқарорлигини ошишининг назарий асосланганлиги, таркибида кремний, азот ва металл бўлган қўшимчаларнинг полифункционал хусусиятлари аниқланганлиги, улар асосида модификацияланган акрил стирол сополимерларнинг физик-кимёвий хоссалари ва таъсир этиш механизмлари такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти қавариқланган вермикулит, поливинилацетат, акрил стирол ва суюқ шиша асосидаги таркиблардан фойдаланиб, ҳароратга барқарор полимер қопламаларни олиш, сополимерларни модификациялашнинг оптимал нисбатлари ва самарадор технологияларини ишлаб чиқиш, шунингдек ҳарорат таъсирининг дастлабки ривожланишини чеклашга асосий омил бўлиб хизмат қилувчи вермикулит, поливинилацетат ва суюқ шиша таркиблар асосидаги модификаторларни амалиётга жорий қилишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Акрил стирол сополимерлари асосида исикликдан ҳимояловчи қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

таркибида кремний, азот ва металл бўлган қўшимчалар билан акрил стирол сополимерини модификациялаш орқали олинган ҳароратга барқарор полимер қопламалар “Шўртан нефт ва газ қазиб чиқариш бошқармаси”да амалиётга жорий қилинган. (“Шўртан нефт ва газ қазиб чиқариш” бошқармасининг 2023 йил 10 августдаги ОП 02/50-2913-сон маълумотномаси). Натижада акрил стирол сополимерлари асосида исикликдан ҳимояловчи қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш имконини берган;

кавариқланган вермикулит, поливинилацетат, акрил стирол ва суюқ шиша асосидаги ҳароратга барқарор полимер қопламалар “Шўртан нефт ва газ қазиб чиқариш” бошқармасида амалиётга жорий қилинган. (“Шўртан нефт ва газ қазиб чиқариш” бошқармасининг 2023 йил 10 августдаги ОП 02/50-2913-сон маълумотномаси). Натижада, таклиф этилаётган ҳароратга барқарор модификацияланган акрил-стирол сополимерлари иссиқлик узатиш қувурларидан ташқи муҳитга чиқадиغان иссиқлик миқдорини самарали равишда ушлаб қолади, бу эса энергия сарфини сезиларли даражада камайтириш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 11 та, шундан 2 та халқаро ва 9 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 5 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг фалсафа докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та, шу жумладан, 4 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 99 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **“Иссиқликка чидамли қопламалар олишнинг замонавий усуллари ва уларнинг қўлланилиш истиқболлари”** деб номланган биринчи бобида мавзу бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари, хорижий ва маҳаллий адабиётлар таҳлили батафсил ёритилган. Маълумотлар умумлаштирилган ва илмий-таҳлилий хулосалар чиқарилган ҳамда илмий адабиётлардаги маълумотлардан келиб чиққан ҳолда диссертация ишининг мақсади, вазифалари, долзарблиги ва муҳимлиги белгилаб берилган.

Диссертациянинг **“Иссиқликка чидамли полимер қопламалар олиниши ва тадқиқот усуллари”** деб номланган иккинчи бобида акрил таркибли сополимер эмульсияси асосидаги иссиқликдан химояловчи кавариқланган қопламаларни яратиш ва тадқиқотда қўлланиладиган кимёвий моддаларнинг хусусиятлари, тадқиқот усуллари ҳамда янги таркибли ВАМЖ-

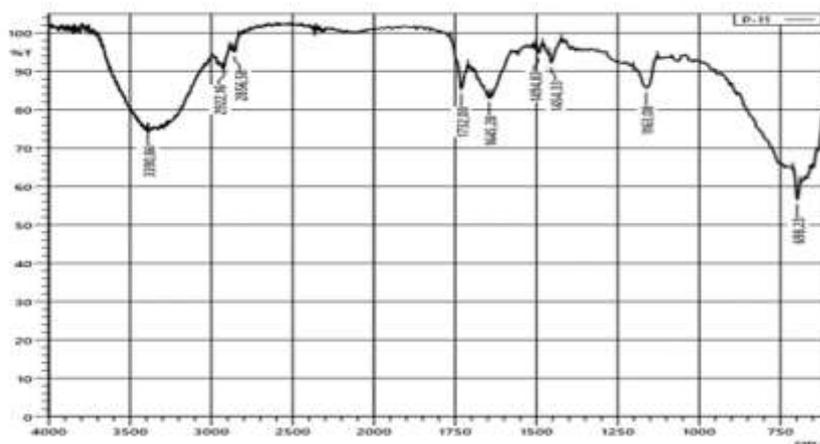
1 маркали (Акрил стирол сополимери (АК-777), қавариқланган вермикулит, портланд цемент, алюминий гидроксид, шиша тола, суяқ шиша), ВПСЖ-2 маркали (Акрил стирол сополимери (БМК-5), суяқ шиша, карбомид, магний оксид, қавариқланган вермикулит, поливинилацетат, портланд цемент) ва ВАСЖ-4 маркали ( магний оксид, қавариқланган вермикулит, акрил стирол сополимери (АК-777), карбамид, поливинилацетат, портланд цемент) лардан иборат таркибларнинг физик-кимёвий хоссаларни тадқиқ этилган ҳамда ушбу боб бўйича хулоса келтирилган.

**Акрил стирол сополимер таркибли** полимер қопламалар асосидаги иссиқликдан ҳимояловчи янги таркибларни яратишда қавариқланган вермикулит, шиша тола, алюминий гидроксид олинган ва иссиқликдан ҳимояловчи қавариқланган полимер қопламаларни хусусиятларини яхшиланишига ижобий таъсир этганлиги тажрибалар орқали аниқланди.

Тадқиқот давомида иссиқликдан ҳимояловчи қавариқланган полимер қопламаларни олиш учун 1-1.5 кг кичик ҳажмдаги замонавий технология асосидаги лаборатория дисольвер (JSF-550A) қурилмаси ёрдамида қопламалар олинган бўлиб ушбу қурилманинг айланиш диапазон соғламасининг тезлиги 0-10 000 айл./дақиқани ташкил этади.

**Акрил стирол таркибли сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1** маркали иссиқликдан ҳимояловчи қавариқланган қопламалар асосидаги композитлар бир хил усулда олинади. Яъни бирламчи полимер боғловчилар акрил стирол сополимери (АК-777 маркали), алюминий гидроксид ва шиша тола, суяқ шиша, портландцемент 1-1.5 кг ҳажмдаги сифимга солинади ва 20-25°C ҳароратда 1200-1500 айл./дақиқада аралаштирилади. Сўнгра 1500-1800 айл./дақиқа 1-1.5 соат давомида аралаштирилади. Тайёр маҳсулот махсус шпатил ёки пуркагич ёрдамида металл конструкциялар юзасига 2-3 мартаба суртилади.

Ҳосил бўлган акрил стирол сополимерлари (АК-777) ва суяқ шиша асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларни ИҚ-спектроскопияси таҳлили тадқиқ этилди.



**1-расм. ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламани ИҚ-спектри**

Таҳлил натижаларига кўра композитлар дисперсияси ИҚ-спектроскопия ёрдамида тавсифланди. Шунга кўра 1454 ва 1541 см<sup>-1</sup> соғаларидаги валент

тебранишлар акрил стирол сополимер таркибидаги ароматик ҳалқага тегишлилигини кўришимиз мумкин ҳамда 796, 698, 981 см<sup>-1</sup> соҳалар қавариқланган вермикулит таркибидаги металлларга тегишли эканлиги таҳлиллар асосида аниқланди.

Ҳосил бўлган акрил стирол сополимерлари (АК-777 маркали) Суяқ шиша асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер композитларни физик-кимёвий хоссалари ўрганилди (1 -жадвал)

1-жадвал

**Акрил стирол сополимери (АК-777 маркали) ва Суяқ шиша асосидаги ВАМЖ-1 маркали полимер қопламасининг физик-кимёвий хоссалари**

Номланиши	ВАМЖ-1
Ранги	Туқ кул, рангда
Зичлиги 25°С	1,37 *10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>
Эрувчанлиги	Сувда эримайди
Қўллаш ҳарорати	+1+40 °С
Қопламанинг қотиш вақти	24-26 соат
Адгезия	1.01М Па

Диссертациянинг “Термобарқарор полимер қопламаларда иссиқлик хусусиятларининг илмий асослари” деб номланган учинчи бобида иссиқликдан ҳимояловчи қавариқланган полимер қопламаларнинг иссиқлик физик хусусиятларини ўлчашни назарий асослари, адгезион хоссалари, термик барқарорлигини, термогравиметрик анализ, сканерловчи электрон микроскоп ва элемент анализ усул ёрдамида юқори температурага чидамлилиги ҳамда физик-механик хоссаларини ўрганилди.

Акрил стирол сополимери асосидаги қопламаларни адгезиясини аниқлаш усулида ISO-4624 (International Standard) мувофиқ BGD-500 улчов приборидан фойдаланилди. Синов-тажриба учун намуна тайёрлашда металл пластинка олинди. Намуна учун олинган ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 ва ВАСЖ-4 маркали полимер қопламаларнинг металл пластинка юзасига 1см қалинликда қопланиб, 20-25°С ҳароратда ва 24-26 соат давомида қуритилди. Маълум вақт давомида қуритилган намуналар тортиш (узиб олиш) орқали намуна қопламаларнинг адгезияси аниқланди.



**2-расм ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 ва ВАСЖ-4 маркали қоплама намуналарининг адгезион мустаҳкамлик кучини аниқланиши.**

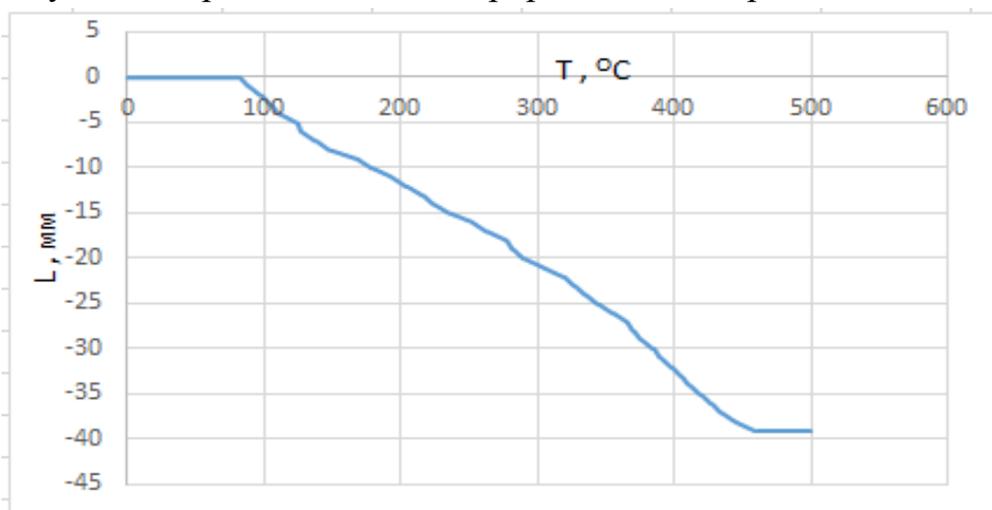
Олинган натижаларга кўра, ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 ва ВАСЖ-4 маркали полимер қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлик куч (МПа) кўрсаткичлари тегишлича 1,01, 0,9 ва 0,73 эканлиги аниқланди.

**Термомеханик таҳлили** амалий тажрибалар давомида олинган акрил-стирол асосида олинган қопламанинг термик хусусиятларини ўрганишда термомеханик усулда ўрганилганда намуна юзасига маълум ўзгармас куч таъсир эттирилди. Ушбу ҳолатда белгиланган меъёрлар асосида (ISO 11359) юзага таъсир эттириладиган ўзгармас кучга параллел равишда ҳарорат орттириб борилди.

Олинган намуналарни термомеханик ва термофизик тадқиқод таҳлиллари Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот базасида иссиқликдан ҳимояловчи ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 ва ВАСЖ-4 маркали полимер қопламаларнинг термомеханик таҳлили ўрганилди

Биз таклиф этаётган ВАМЖ-1 маркали полимер қоплама тажриба учун олинган намунанинг юзаси ва намунага бериладиган куч ҳисоби тегишли формулалар ёрдамида аниқлаб олинди. Тажриба учун олинган намунанинг термомеханик хусусияти ўрганиш учун унинг юзаси  $153\text{мк м}^2$  эканлиги, намуна 27 Н доимий куч остида полимер қоплама намунасига  $0.176\text{ М Н/м}^2$  оғирлик кучи таъсир эттирилганда ва махсус прибор ёрдамида  $+1^\circ\text{С}$  ҳароратдан  $+500^\circ\text{С}$  ҳароратгача ораликда синов тажриба ишлари амалга оширилди.

Қуйида келтирилган (3-расм). ВАМЖ-1 полимер қоплама намунасининг термомеханик эгри чизиғи келтирилган. Олинган намуна доимий  $0.176\text{ М Н/м}^2$  оғирлик кучи таъсир остида  $500^\circ\text{С}$  ҳароратгача қиздирилади



**3-расм. ВАМЖ-1 полимер қопламасининг термомеханик эгри чизиғи**  
**T - ҳарорат, °C; L- деформация инверсияси мм;**

Термомеханик эгри чизиқ намунанинг  $95^\circ\text{С}$  ҳароратгача доимий ўзгаришсиз деформация кузатилади, ҳарорат  $95-350^\circ\text{С}$  оралиғида намуна деформациясининг кенгайиш (шишиш) инверсияси кузатилади. Ҳароратни оширишни давом эттириш ВАМЖ-1 маркали полимер қоплама намунасининг юқори эластик ҳолатга ўтишига олиб келади. Ҳарорат  $460-500^\circ\text{С}$  ошиши билан

намунанинг доимий ўзгаришсиз деформацияси кузатилади. Ҳарорат ва деформациянинг ўзгариш интерваллари 2-жадвалда келтирилган.

## 2-жадвал

### Ҳарорат ва деформациянинг ўзгариш интерваллари

№	Температура	Деформация
1	0°C - 95°C	0 мм – (-1) мм
2	95°C - 150°C	(-1)мм – (-8) мм
3	150°C - 250°C	(-8)мм – (-16)мм
4	250°C - 350°C	(-16) мм – (-25)мм
5	350°C - 460°C	(-25)мм –(-38)мм
6	461°C - 500°C	(-39)мм –(-39)мм

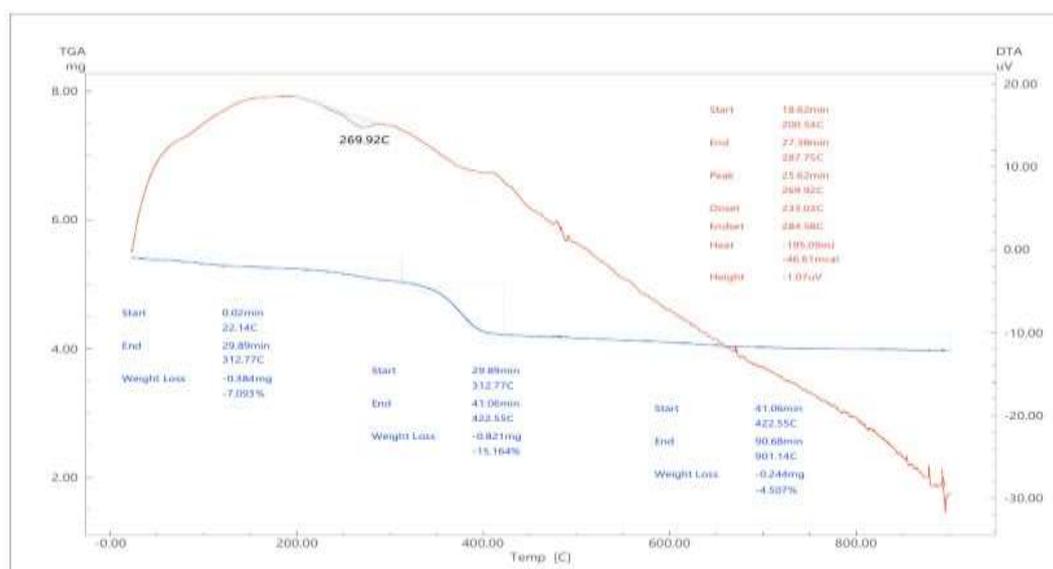
Ҳарорат 0°C дан 95°C оралиғида деформация 0 мм дан (-1) мм ўзгариш кузатилди. Ҳарорат 95-150°C да деформация кучи (-1) мм – (-8) мм га тенг. Ҳарорат 350- 460°C да (-25) мм – (-38) мм гача оралиғида намуна деформациясининг кенгайиш (шишиш) инверсияси кузатилади таҳлиллар шуни кўрсатадики 461 - 500°C ҳароратда ВАМЖ-1 полимер намунасининг юқори эластик ҳолатга ўтиши деформация кучи (-39) мм га олиб келади. Ниҳоят ҳарорат 461°C да намуна деформацияси (-39)мм да ўзгаришсиз инверсиясини энг юқори кўрсаткичи кузатилди.



**4-расм. ВАМЖ-1 қопламасининг деформациядан олдинги ва кейинги кўриниши.**

Акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи полимер қоплама намунасини дериватограмма (ДТА) эгри чизиғида 269,92 °C да битта эндотермик эффект аниқланди. Термогравиметрия (ТГА) эгри чизиғининг таҳлили шуни кўрсатадики, ТГА эгри чизиғи асосан 3 та интенсив парчаланадиган температура оралиғида амалга ошади. 1-парчаланадиган оралиқ 22,14 - 312,27°C ҳарорат оралиғида содир булади 0,384 мг ёки 7,093% масса йўқотилди .2-парчаланадиган оралиқ 312,27 – 422,55°C температураларда кузатилди 0,821 мг ёки 15,164% масса йўқотганлигини аниқланди ва ниҳоят 3-парчаланашда 422,55 - 901°C температуралар оралиғида содир бўлди 0,244 мг ёки 4.507% масса га масса йўқотилиши мос келади. 22,14 - 901°C ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 1,449

мг ёки 26,814% ни ташкил этганлиги аниқланди, бунга 90 дақиқа вақт сафланди.



**5-расм. Акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи полимер қоплама намунасини дифференциал-термогравиметрик таҳлиллари ДТА; ТГА.**

Шундай қилиб, 295,14 К дан 1174 К гача бўлган ҳарорат оралиғидаги жараёнлар кинетикаси бўйича олинган экспериментал маълумотлар асосида ВАМЖ-1 маркали қопламани масса йўқотилишини турли жараёнларга боғлиқлиги аниқланди. Масалан полимерларни оксидланиши, ҳарорат таъсирида парчаланиши, учувчи моддаларни чиқиши ва бошқалар. ТГА эгри чизиқларнинг ҳосил бўлиши ҳарорат ошиб бориши билан экзотермик эффектларни таъсири натижасида жараён тезлашиб бориш хусусиятлари ўрганилди (3-жадвал).

**3-жадвал**

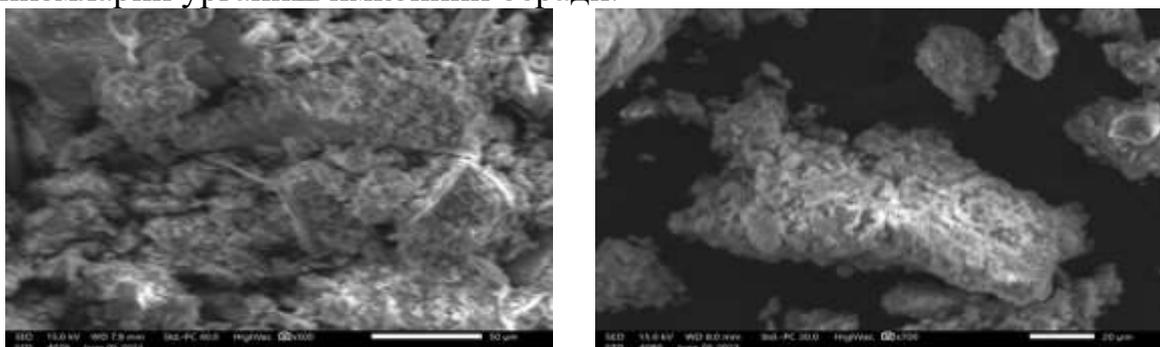
**ВАМЖ-1, маркали иссиқликдан химояловчи полимер қоплама намуналарининг масса йўқотишига ҳароратни таъсири.**

Ҳарорат,оС	Масса йўқотилиши, мг	Масса йўқотилишининг ўртача тезлиги, мг/дақиқа
<b>ВАМЖ-1</b>		
0-100	0.09	7.65
100-200	0.18	17.65
200-300	0.35	27.65
300-400	1.06	37.66
400-500	1.25	47.68
500-600	1.31	57.63
600-700	1.39	67.6
700-800	1.42	77.56
800-931	1.45	90.68

Полимерларни оксидланиши, ҳарорат таъсирида парчаланиши, учувчи моддаларни чиқиши ва бошқалар. ТГА эгри чизикларнинг ҳосил бўлиши ҳарорат ошиб бориши билан экзотермик эффектларни таъсири натижасида жараён тезлашиб бориш хусусиятлари ўрганилди.

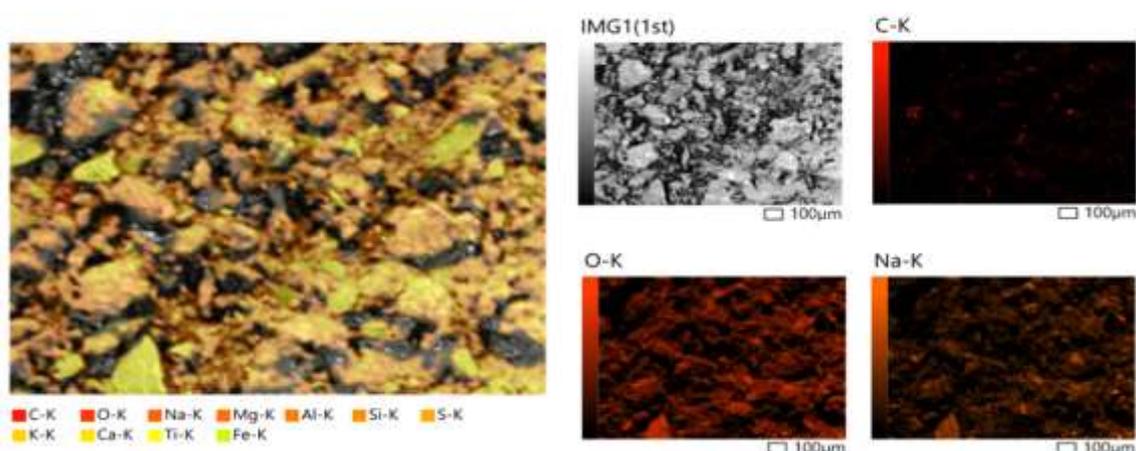
### Иссиқликка чидамли полимер қопламаларнинг сканерловчи электрон микроскоп (СЭМ) ва элемент таҳлили

Акрил стирол сополимерлари (Ак-777) асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер композит қопламани сканерловчи электрон микроскоп ва элемент таҳлилларини тадқиқ этиш орқали полимер қоплама таркибидаги моддаларни бир хилда тарқалиши ҳамда таъсир этиш механизмларни ўрганиш имконини беради.



**6-расм. Акрил стирол сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламалар юзасининг микроскопик таҳлили.**

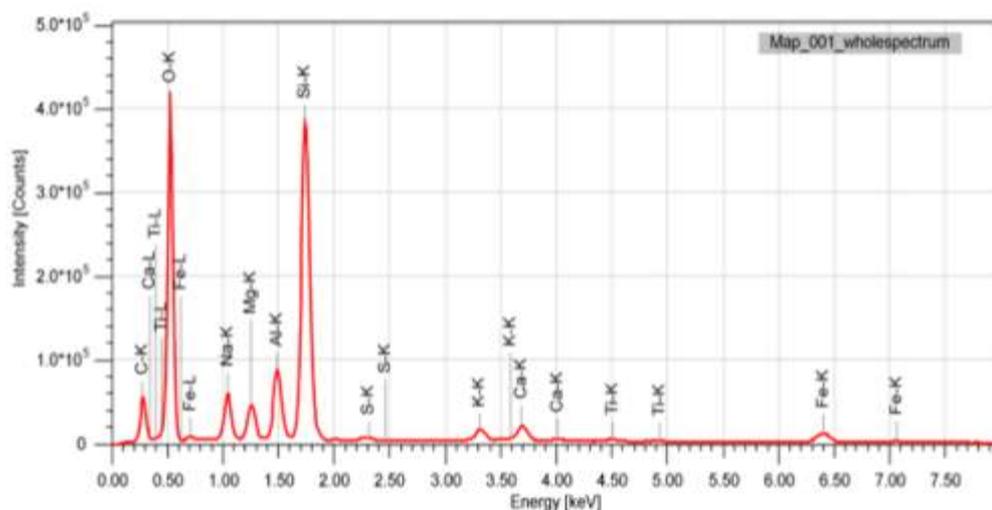
Акрил стирол сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер композит қопламаларни электрон микроскопда (7 - расмлар) турли ўлчамдаги таҳлиллари олинган бўлиб ушбу намуналар таркиби акрил сополимерлари ва унга қўшилган кимёвий моддаларни қоплама ҳосил қилиш, унинг структурасида гомоген ҳолатда турли элементларнинг тақсимланганлиги кузатилди ва таҳлил қилинди



**7-расм. Акрил стирол сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларни СЭМ ва элемент таҳлили**

Биз олган ВАМЖ-1 маркали полимер композит қопламанинг СЭМ таҳлили ўрганилганда С -19.57%, О - 48.85 %, Na - 3.90%, Mg - 2.08%, Al -

3.67%, Si - 16.79%, S - 0.15%, K-1.04 %, Ca - 1.50%, Ti - 0.23%, Fe - 2.21 % лар миқдоридаги моддалар борлиги аниқланди.



**8-расм. Акрил стирол сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларни электрон-микроскопик элемент таҳлили**

Иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини ва иссиқлик сиғимини тадқиқод таҳлиллари акрил стирол сополимерлар асосидаги иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўлчаш динамик калориметр усули ёрдамида аниқланди.

Қурилма ишлаш тартиби, боғловчи плитаси ва стержен тагликдан келадиган иссиқлик оқими билан аста секин қиздирилади. Стержен ва боғловчи плитаси юқори иссиқлик ўтказувчанлигига эга бўлган мисдан тайёрланган, шунинг учун металл бўйлаб ҳароратнинг пасайиши сезиларли бўлмайди. Пластинканинг ўрта қисмидан ўтадиган иссиқлик оқими 2-пластинка томонидан қисман сўрилади ва пластинкадаги иссиқлик намуна ва стерженни иситиш учун сарфланади.

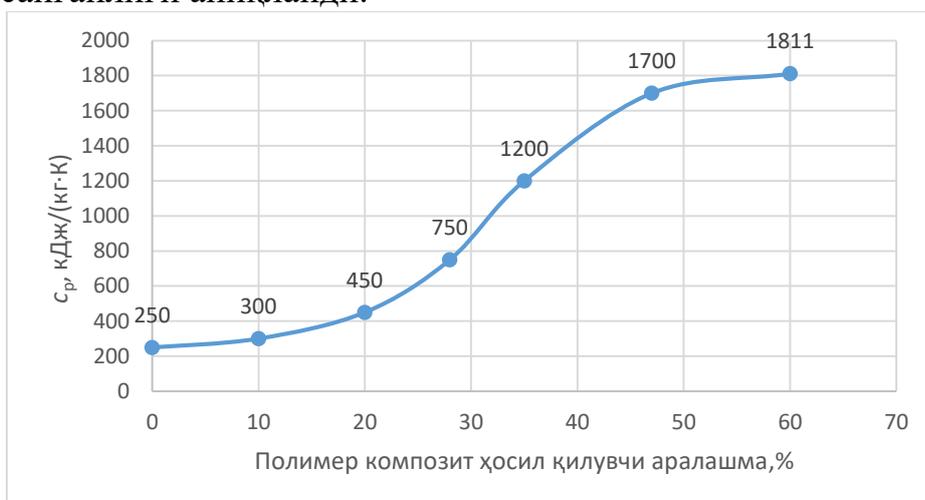
Акрил сополимерлари асосидаги полимер композитли қопламаларни бошланғич аралашмаларни қотиш давридаги иссиқлик сиғими ( $C_p$ ), иссиқлик ўтказувчанлиги ( $\lambda$ ) натижалари 4-жадвалда келтирилган.

**4-жадвал**

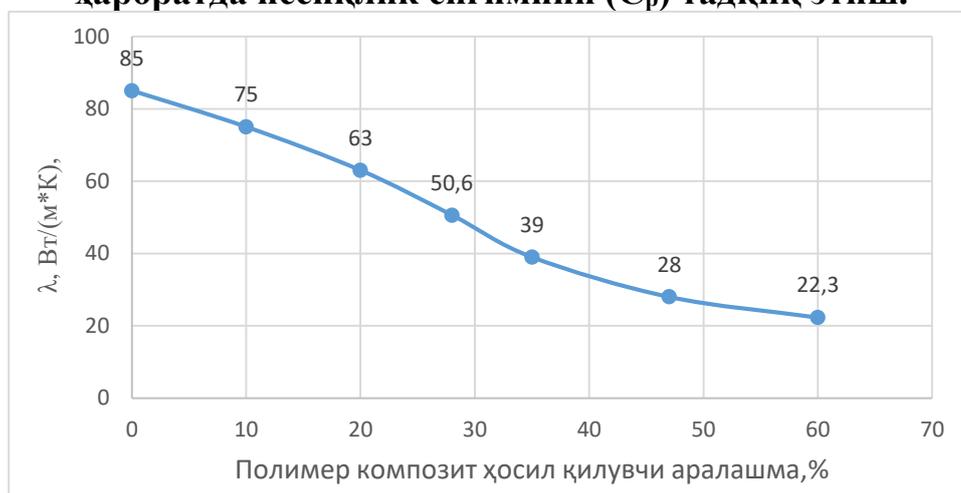
**Акрил сополимерлари асосидаги қопламаларни нормал ҳароратда иссиқлик сиғими ( $C_p$ ) ва иссиқлик ўтказувчанлигини ( $\lambda$ ) тадқиқ этиш**

№	Полимер композит ҳосил қилувчи аралашма, %	$C_p$ , кДж/(кг·К)	$\lambda$ , Вт/(м·К)
ВАМЖ-1	0	250	85,0
	10	300	75,0
	20	450	50,6
	40	1450	28,8
	60	1811	22,3

Натижада полимер қоплама таркибидаги тўлдирувчиларни турли хил нисбатларда аралаштириш натижасида қопламага иссиқлик таъсир этиши нисбатан пасайганлиги аниқланди.



**9-расм. Акрил сополимерлари асосидаги қопламаларни нормал ҳароратда иссиқлик сиғимини ( $C_p$ ) тадқиқ этиш.**



**10-расм. Акрил сополимерлари асосидаги қопламаларни нормал ҳароратда иссиқлик ўтказувчанлигини ( $\lambda$ ) тадқиқ этиш.**

Тадқиқ этилаётган акрил сополимерлари асосидаги иссиқликдан ҳимояловчи полимер композит материалларни турли фоиз нисбатлардаги аралашмасини ташкил этувчи ВАМЖ-1 маркали полимер қопламанинг 0 дан 65% гача бўлган композитини иссиқлик сиғими 30,4% ни ташкил қилди (8 - расм). Акрил стирол асосидаги иссиқликдан ҳимояловчи қавариқланган полимер композит материалнинг иссиқлик ўтказувчанлигининг қиймати, 62,0 дан 48,3 Вт/(м К) гача, яъни 21% камайди (9- расм).

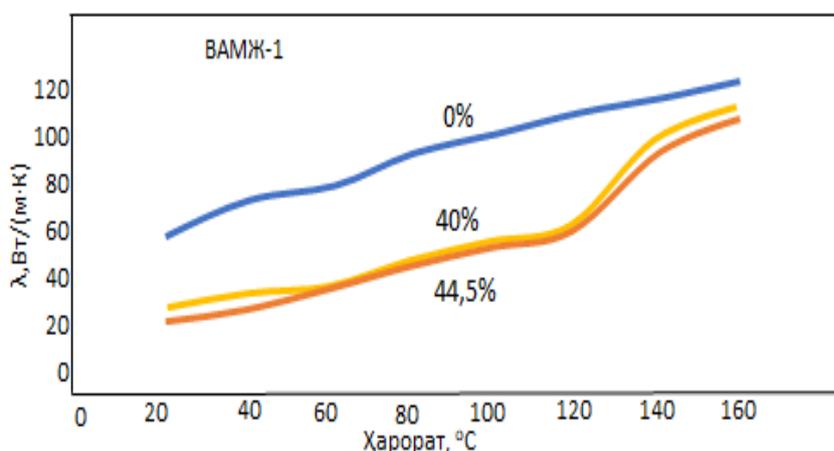
Шундай қилиб таклиф этилаётган акрил сополимерларни таркибига турли нисбатдаги реагентларни қўшиш орқали олинган полимер қопламалар иссиқлик сиғими ва иссиқлик ўтказувчанлиги 145°C ҳароратда камайиб бориши аниқланди.

Акрил сополимерлари асосидаги иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламаларнинг иссиқлик ўтказувчанлигини ҳарорат ошиб боришига нисбатан ўзгариши тажрибалар орқали тадқиқ этилди (5-жадвал).

**Акрил сополимери асосидаги қопламаларни турли ҳароратда  
иссиқлик ўтказувчанлигини ( $\lambda$ ) тадқиқ этиш**

№	Ҳарорат, °С	Полимер композит ҳосил қилувчи аралашма, %		
		$\lambda$ , Вт/(м·К),		
ВАМЖ-1	0	0	40	44.5
	20	52	36	34
	45	63	42	37
	70	68	71	42
	95	76	47	46
	120	85	75	74
	145	95	85	82

Олинган натижаларда келтирилишича 4 ва 5 – жадвалларда акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали полимер композит 145°С ҳароратда 55-60% аралашмаси иссиқлик ўтказувчанлигининг қиймати 42-44 Вт/(м·К).



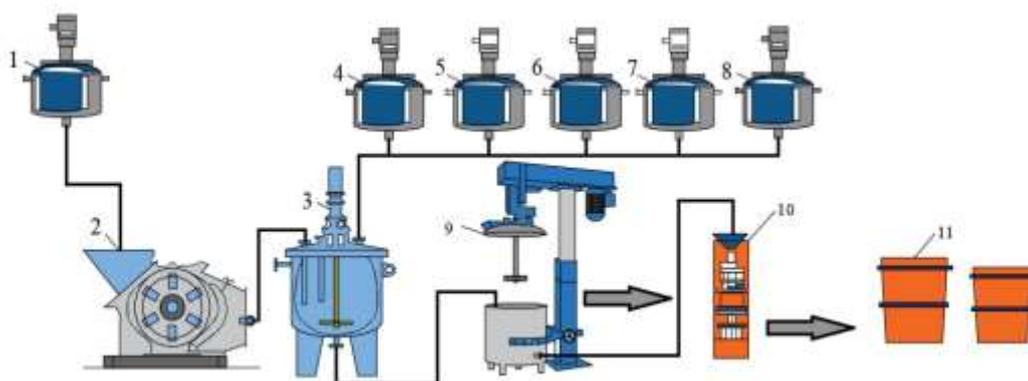
**11-расм. Акрил сополимери асосидаги ВАМЖ-1 маркали қопламаларни турли ҳароратда иссиқлик ўтказувчанлигини ( $\lambda$ ) тадқиқ этиш.**

Тажриба синов натижалар 20°С ҳароратда акрил сополимерларга тўлдирувчиларни қўшишнинг миқдори ошиб бориши билан уларнинг иссиқлик сиғими ва иссиқлик ўтказувчанлиги қиймати пасайиши кузатилди. 5-жадвалда келтирилган маълумотларни таҳлил қилинганда полимер композитларни ҳарорати 20-145°С гача ошиб бориш ва кимёвий қўшимчаларни миқдорини ошиб бориши иссиқлик ўтказувчанлигини қисман камайтиради аммо ҳарорат ошиб бориши натижасида иссиқлик ўтказувчанлиги ҳам кўтарилиши аниқланди.

Натижада, полимер қоплама ҳароратининг ошиши билан унинг иссиқлик ўтказувчанлик қийматларининг ошиб бориши кузатилди.

Диссертациянинг **“Иссиқликка чидамли полимер қопламалар олинишининг технологик схемаси ва техник иқтисодий самарадорлиги”** деб номланган тўртинчи бобида иссиқликка чидамли қопламаларни ишлаб чиқаришнинг технологиялари ёритилган.

ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимоя қилувчи қопламаларнинг ишлаб чиқариш технологик схемаси 12-расмда келтирилган.



**12-расм. Акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер қопламалар олишнинг технологик схемаси**

(1)Вермикулит учун сизим; (2) майдалагич; (3) асосий полимер композит аралашмаси ҳосил қилиш учун реактор; (4) суюқ шиша учун сизим; (5) алюминий гедроксид учун сизим (6) шиша тола учун сизим; (7) акрил стирол сополимер учун сизим; (8) Портландцемент учун сизим; (9) диссольвер (1200-1500 айл/дақиқада); (10) қадоқлаш ускунаси; (11) маҳсулотни сақлаш учун полимер материаллардан тайёрланган сизим.

Акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали полимер композит қопламани олишда асосан (1) кавариқланган вермикулит, (2) майдалагич, (3) асосий полимер композит аралашмаси ҳосил қилиш мақсадида тайёрланган реактор, (4) суюқ шиша, (5) алюминий гедроксид, (6) шиша тола, (7) акрил стирол сополимер (777), (8) Портландцемент, (3) асосий реакторга ҳисобланган миқдорда маҳсулотлар солинади ва 35-45°С ҳароратда аралаштириб турилган ҳолда (2) майдалагичда тайёрланган кавариқланган вермикулит солиниб бир хил аралашма ҳосил қилгунча 0.5 соат аралаштирилади. Тайёр бўлган аралашмани таркибидаги кимёвий қўшимчаларни бир хил ўлчамга келтириш мақсадида (9) диссольвер (1200-1500 айл/дақиқада) ёрдамида иссиқликдан ҳимояловчи полимер композит қопламани таркибидаги моддаларни эмульсия муҳитида бир хилда тарқалишини таъминлаш мақсадида иссиқликка чидамли материал учун мўлжалланган стандарт талабларга мослаштирилади. Ушбу жараён 22°С ҳароратда 2, 2.5 соат давом этади

#### 6-жадвал

**1 тонна акрил стирол асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи қопламаларни ишлаб чиқаришнинг умумий харажатлари**

Номланиши	Нархи, сўм
Иш ҳақи, сум/1 кун	300 000
Ягона ижтимоий тўлов 15%	45 000
ВАМЖ-1 маркали қоплама	15 390 400
Қўшимча харажатлар	100 000
Кутилмаган ҳолатлар	100 000
Фойда 10%	2 394 000
ҚҚС 12%	2 755 640
Умумий	21 085 040

1 тонна акрил стирол асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи полимер композит қопламаларни ишлаб чиқариш учун нархларнинг умумий таркиби 21 085 040 сўми (1кг/21085,04 сўм) ташкил этди. Хориждан келтирилган “**VERMIX**” маркали иссиқликдан химояловчи қопламани умумий нархи 1т-25 500 000 сўм (1кг/25500 сўм) ни ташкил этиши аниқланди. Акрил стирол асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи қопламаларни, хориждан келтирилган “**VERMIX**” маркали иссиқликдан химояловчи қопламага нисбатан 17,31% га иқтисодий самарадорликка эга. Иқтисодий таҳлиллар шуни кўрсатдики, ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи полимер композит қопламалардан фойдаланишнинг иқтисодий самараси иссиқликка чидамли материалларни қўлланилиш муддатини яхшилаши ва хориждан келтириладиган аналогларни алмаштирилиши билан ортади.

## ХУЛОСА

1. Акрил стирол сополимери (777) ва суюқ шиша асосида иссиқликдан химояловчи янги полимер қопламалар олинди ва физик кимёвий ҳамда механик мустаҳкамлиги сақланган ҳолда термик барқарор қопламаларни олиш технологияси ишлаб чиқилди.

2. ИҚ-спектроскопияси, термогравиметрик (ТГ), (ДТА) таҳлили ҳамда СЭМ ва элемент таҳлил усуллари ёрдамида модификацияланган полимер қопламаларнинг структуравий ўзгариши ва термофизик хоссалари ўрганилди ҳамда полимер композитларни кимёвий моддаларга барқарорлиги аниқланди. Олинган полимер компонентли композит қопламанинг дифференциал-термогравиметрик таҳлиллари тадқиқ этилиб, 100-901°С гача бўлган ҳарорат оралиғидаги жараёнлар кинетикаси ўрганилди. Натижада ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан химояловчи қавариқланган полимер қопламанинг ҳарорат таъсирида масса йўқотиши: 26,81%, ВАСЖ-4 маркали полимер қопламанинг масса йўқотиши 31,074% бўлса, ВПСЖ-2 маркали полимер қопламанинг масса йўқотиши 40,906% ни ташкил этганлиги аниқланди.

4. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида акрил стирол сополимерлари билан модификацияланган поливинилацетат ва суюқ шиша асосидаги полимер қопламаларнинг техник талаблар меъёридаги иссиқликга барқарорлиги яхшиланди, натижада аниқ тизимли механизмлар ишлаб чиқилганлиги ўзининг илмий исботини топди

5. Акрил стирол сополимерлар асосидаги ВАМЖ-1 маркали полимер қопламаларни иқтисодий самарадорлигини баҳолашда таннархни аналоглар сифатида республикада қўлланилиб келинадиган “**VERMIX**” (Россия) маркали қопламаларнинг нархи билан таққосланиб бизда ишлаб чиқилган ВАМЖ-1 маркали қопламаси иқтисодий жиҳатдан самарадор эканлиги ҳамда энг муҳими сифатли қопламалар учун қўйилган ГОСТ Р 57943, ГОСТ 32299-2013 талабларига мос келиши аниқланди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
НАУЧНОЙ СТЕПЕНИ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**РУЗИЕВ РУФАТ ТОШБОЕВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АКРИЛО-СТИРОЛЬНЫХ СОПОЛИМЕРОВ**

**02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе  
05.05.05– Теоретические основы теплотехники**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2023.2.PhD/T3605

Диссертация выполнена в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии.

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

**Научный руководитель:** Рахмонкулов Аликул Амиркулович  
кандидат физико-математических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** Муртазаев Кувандик Мустафаевич  
доктор технических наук, доцент

Файзиев Жаҳонгир Баҳромович  
(PhD) технических наук, с.н.с

**Ведущая организация:** Термезский государственный университет

Защита диссертации состоится «10» октября 2024 г. в « 9<sup>00</sup> » часов на заседании разовый Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2024/29, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, п.о.Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz) ).

Автореферат диссертации разослан «18» сентября 2024 года.

(протокол рассылки № 2024/29 от «18» сентября 2024 года).



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

  
**Ш.Н.Киёмов**  
Учёный секретарь научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., с.н.с.

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

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В последние годы на основе акриловых, полиуретановых, эпоксидных, виниловых полимеров, выпускаемых в мире, получены термостойкие покрытия с высокой устойчивостью к физико-механическим и химическим воздействиям, которые широко используются в машиностроении, строительстве, сельском хозяйстве, нефтяной и газовой промышленности с целью получения теплозащитных покрытий. Соответственно, актуальным является создание новых полимерных покрытий с улучшенными термомеханическими свойствами путем модификации акрил-стирольных сополимеров модификаторами с высокими теплофизическими свойствами, а также разработка технологий определения их свойств и их использования.

В мире проводятся масштабные научные исследования по созданию и применению полимерных композиционных покрытий для защиты приборов промышленных предприятий от термического воздействия. В связи с этим особое внимание уделяется созданию эффективного покрытия путем его модификации модификаторами на основе органических связующих, содержащих азот, кремний и металл, определению синергетической связи между веществом, образующим покрытие, и поверхностью металла, а также разработке механизмов действия.

В нашей республике достигаются научно-практические результаты по производству теплозащитных покрытий с помощью новых видов акрил-стирольных сополимеров, заменяющих импортные, на основе местного сырья и вторичных продуктов, а также испытаниям их работоспособности в различных агрессивных средах. В стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы Новый Узбекистан важные задачи, направленные на «создание технологий получения импортозамещающей продукции из местного сырья и вторичных ресурсов»<sup>1</sup> В связи с этим важна разработка экологически чистых, экономически эффективных и инновационных технологий получения новых высокоэффективных покрытий из местного сырья для снижения расхода тепла в высокотемпературных нагревателях и теплообменных трубах на промышленных производственных предприятиях.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации Указа Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана», и Постановлений ПП-3246 от 29 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию экспортно-импортных деятельности организаций химической промышленности», ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по обеспечению стабильного снабжения отраслей экономики страны востребованной продукцией и сырьем», ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», а

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

также для поставленных задач в других нормативных правовых актах, связанных с этой деятельностью.

**Соответствие исследования приоритетам развития республиканской науки и технологий.** Данное исследование было проведено в соответствии с VII приоритетом "Химические технологии и нанотехнологии" развития науки и техники Республики

**Степень изученности проблемы** В последние годы зарубежные ученые по созданию нового поколения термостабильных полимерных материалов: А.К. Ковалева, А.А. Копбосынова, А.В. Маркин, Н.Р. Прокопчук, Н.К. Киреева, А.Р. Сурлева, Р.М. Гарипов, Э.Р. Галимов, Е.Ю. Петухова, Э.Т. Крутко, А.И. Глоба, S. Ramis Rau, Ramesh Kasi, Hirokazu Mogami, Hideharu Mori, Nadia A. Ali, Ahmad Nakamu, Abdelazim M. Mebed и другие проводят ряд научных исследований.

В нашей республике также с целью создания термостойких полимерных материалов, разработки технологии подбора и применения активных модификаторов, улучшения структуры и свойств новой композиции: А.Т. Джалилов, Н.А. Самигов, А.Т. Тиллаев, Б.Ф. Мухиддинов, А.С. Рафиков, А.Б. Джураев, Ф.Н. Нуркулов, Б.А. Мухамедгалиев, И.И. Сиддиков, Х.С. Бекназаров, Б.А. Нормуродов и другие проводят ряд научно-исследовательских работ. Для создания термостойких композитов с полимерной матрицей исследователи ими были проведены экспериментальные исследования, такие как подбор модификаторов, содержащих атомы кремния, азота и металлов, применение продукта в широком диапазоне и определение физико-химических и механических свойств термостойких композиционных материалов новой формы. В качестве альтернативы проводятся научные исследования по созданию современных методов модификации полимерных материалов добавками, повышающими температурную стабильность, совершенствованию существующих технологий и их применению на практике.

**Связь темы диссертации с научно - исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационные исследования выполнены в соответствии с планом НИР Ташкентского химико-технологического научно-исследовательского института ПЗ-202008061 (2021-2023 годы) в рамках практического проекта по теме «Разработка ресурсосберегающей технологии повышения огнестойкости изделий». деревянные строительные материалы и изделия с использованием олигомерных антипиренов нового поколения».

**Целью исследования** является разработка экономически эффективной технологии получения теплозащитных покрытий путем модификации акриловых стирольных сополимеров.

**Задачи исследования:**

определение оптимальных условий получения новых теплозащитных полимерных покрытий на основе акрилового стирольного сополимера, выпуклого вермикулита, поливинилацетата и жидкого стекла;

анализ структуры, физических и химических свойств, полученных новых полимерных покрытий с использованием современных методов исследования; определение коэффициента теплопроводности, теплоемкости и теплофизических свойств получаемых полимерных покрытий;

разработка принципиальную технологическую схему получения новых полимерных покрытий, стойких к высоким температурам, и обосновать ее экономическую эффективность, а также провести экспериментальные и испытательные работы.

**Объектом исследования** считается акрил-стирольный сополимер, поливинилацетат, жидкое стекло и выпуклый вермикулит, а также синтезированные новые полимерные покрытия.

**Предметом исследования** является определение оптимальных условий процесса получения нового типа термостойких полимерных покрытий, изучение коэффициента теплопроводности, теплоемкости и теплофизических свойств полученных полимерных покрытий, а также их применение на практике.

**Методы исследования.** Были использованы современные методы исследования структуры и свойств веществ, полученных в результате исследований, включая физико-механический анализ, сканирующую электронную микроскопию (СЭМ), элементный анализ, инфракрасную спектроскопию, термогравиметрический и дифференциально-термический анализ, а также дифференциальную сканирующую калориметрию.

**Научная новизна исследования** состоит из следующего:

получены полимерные покрытия на основе акрилового стирольного сополимера, выпуклого вермикулита, поливинилацетата и жидкого стекла, путем модификации композиций;

определены оптимальные условия получения термостойких полимерных покрытий на основе акрилового стирольного сополимера, модифицированного добавками, содержащими кремний, азот и металлические частицы, и их физико-химические свойства;

установлено, что температура деструкции покрытия на основе акрил-стирольного сополимера зависит от условий модификации и свойств наполнителя;

научно доказано зависимость улучшения адгезии новых полимерных покрытий до 1 балла и их пределы прочности при ударе до 18-20 см от оптимальных соотношений химических добавок с многофункциональным воздействием;

разработана принципиальная технология получения полимерных покрытий с термозащитой и высокой теплоемкостью на основе акрил-стирольного сополимера, которая и выявлена, что экономическая эффективность на 17,31% выше по сравнению с широко используемыми аналогами.

**Практические результаты исследования** состоит из следующего:

получены оптимальные пропорции добавок на основе акрил-стирольного сополимера, выпуклого вермикулита, поливинилацетата и жидкого стекла и модифицированы этими соединениями акрил-стирольный сополимер;

установлено зависимость теплопроводность и термостойкость высокотемпературных полимерных покрытий от концентрации выпуклого вермикулита, а также от температуры модификации;

разработана технология получения высокоадгезионных, термостойких полимерных покрытий путем модификации акрил-стирольного сополимера.

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

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

Научная значимость результатов исследований заключается в теоретическом обосновании повышения температурной устойчивости полимеров в результате модификации акрил-стирольных сополимеров композициями на основе выпуклого вермикулита, поливинилацетата и жидкого стекла, определении полифункциональных свойств кремний-, азот- и металлсодержащих добавок, усовершенствовании физико-химических свойств и механизмов воздействия модифицированных акрил-стирольных сополимеров.

Практическая значимость результатов исследований заключается в получении термостойких полимерных покрытий на основе выпуклого вермикулита, поливинилацетата, акрил-стирола и жидкого стекла, разработке эффективных технологий и оптимальных соотношений модификации сополимеров, а также в внедрении на практику модифицированных термостойких и теплоемких покрытий, препятствующим начальным развитиям температурных воздействий, на основе выпуклого вермикулита, поливинилацетата и жидкого стекла.

**Внедрение результатов исследований.** На основе научных результатов, полученных при разработке и применении на практике технологии получения теплозащитных покрытий на основе акриловых стирольных сополимеров:

термостойкие полимерные покрытия, полученные путем модификации акрилового стирольного сополимера добавками, содержащими кремний, азот и металл, были внедрены в практику на “Шуртанское нефтегазодобывающее управление”. (Справка № 02/50-2913 “Шуртанского нефтегазодобывающего управления” от 10 августа 2023). В результате появилась возможность разработка и практическое применение технологии получения теплозащитных покрытий на основе акриловых стирольных сополимеров;

термостойкие полимерные покрытия на основе выпуклого вермикулита, поливинилацетата, акрилового стирола и жидкого стекла были внедрены в практику на “Шуртанское нефтегазодобывающее управление”. (Справка №

02/50-2913 “Шуртанского нефтегазодобывающего управления” от 10 августа 2023). В результате акрил-стирольные сополимеры со стабильными модификациями до предлагаемой температуры эффективно улавливают количество тепла, выделяющегося из теплопередающих труб во внешнюю среду, что позволяет значительно снизить энергопотребление.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований обсуждались на 11, в том числе 2 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе из них 4 статьи опубликованы в республиканских и 1 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных к публикации основных научных результатов диссертаций доктора философских наук (PhD) ВАК Республики Узбекистан.

**Структура и объем диссертации.** Состав диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составил 99 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и необходимость темы, описываются цель и задачи исследования, объект и предмет, уровень исследования, методы исследования, показана совместимость исследования с приоритетными направлениями исследования развития науки и техники Республики Узбекистан, выявлена научная новизна и практическая значимость исследования, внедрение результатов исследования в практику, информация о достоверности, утверждении и опубликовании результатов проведенного исследования, представлены объем и структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием **“Современные методы получения термостойких покрытий и перспективы их применения”** подробно изложены результаты исследований, проведенных по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы. Были обобщены данные и сделаны научно-аналитические выводы, а также на основе информации в научной литературе определены цель, задачи, актуальность и значимость диссертационной работы.

Во второй главе диссертации под названием **“Получение термостойких полимерных покрытий и методы их исследования”** описаны создание новых составов теплозащитных выпуклых композитов на основе эмульсии акрилового сополимера и свойства химических веществ, используемых в исследованиях, методы исследований и изучены физико-химические свойства новых композиций, на основе акрилстирольного сополимера марок ВАМЖ-1 (сополимер акрил стирола (Ак-777), выпуклый вермикулит, портландцемент, гидроксид алюминия, стекловолокно, жидкое стекло), ВПСЖ-2 (сополимер акрил стирола (БМК-5), жидкое стекло, карбамид, оксид магния, выпуклый вермикулит, поливинилацетат, портландцемент), ВАСЖ-4 (магний оксид, вспученный вермикулит, сополимер акрил стирола (Ак-777), карбамид,

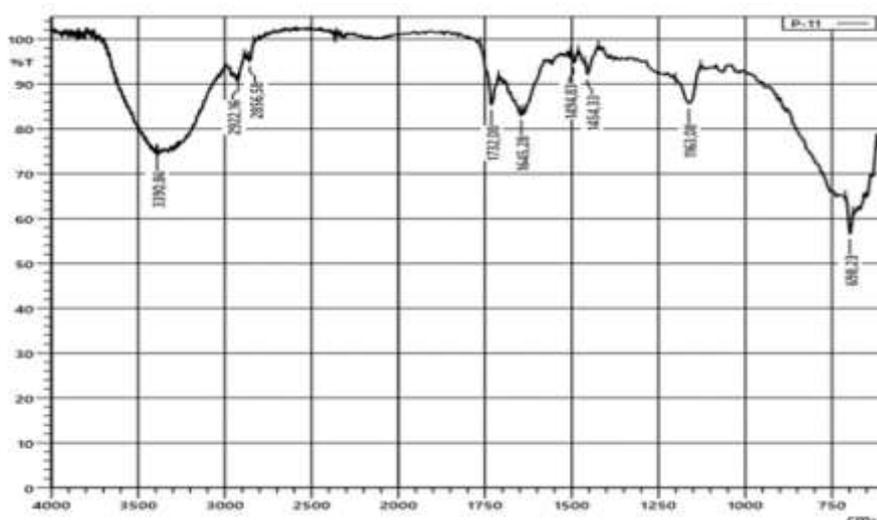
поливинилацетат, портландцемент), а также приведены выводы по данной главе.

Опытным путем установлено, что при создании новых теплозащитных композиций на основе полимерных покрытий на **акриловой основе**, выпуклого вермикулита, стекловолокна, гидроксида алюминия были получены положительно влияющие на улучшение свойств теплозащитных полимерных покрытий.

В ходе исследования были получены термозащитные полимерные покрытия в небольшом объеме 1-1,5 кг, на основе современной технологии и с помощью лабораторного диссольвера (JSF-550A) с диапазоном вращения 0-10000 об/мин.

Таким же образом получили теплозащитные полимерные покрытия марки ВАМЖ-1 на основе **акрилстиролсодержащих сополимеров**. Первичные полимерные вяжущие - сополимер акрилстирола (АК-777), гидроксид алюминия и стекловолокно, жидкое стекло, портландцемент помещают в емкость 1-1,5 кг и смешивают при температуре 20-25°C при 1200-1500 об/мин. Затем перемешивают при 1500-1800 об/мин в течение 1-1,5 часов. Готовый продукт наносится на поверхность металлоконструкций 2-3 раза с помощью специального шпателя или распылителя.

Исследован ИК-спектроскопический анализ теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе сополимеров акрилстирола (АК-777) и жидкого стекла.



**Рис 1. ИК-спектр теплозащитного полимерного композита марки ВАМЖ-1**

По результатам анализа дисперсность композитов охарактеризована методом ИК-спектроскопии. Валентные колебания полиакрилатов в областях 1454 и 1541  $\text{cm}^{-1}$  принадлежат ароматическому кольцу в сополимере акрилстирола, области поглощения 796, 698, 981  $\text{cm}^{-1}$  относятся к металлам в вспученном вермикулите.

Исследованы физико-химические свойства теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе сополимеров акрилстирола (АК-777) и жидкого стекла (табл. 1).

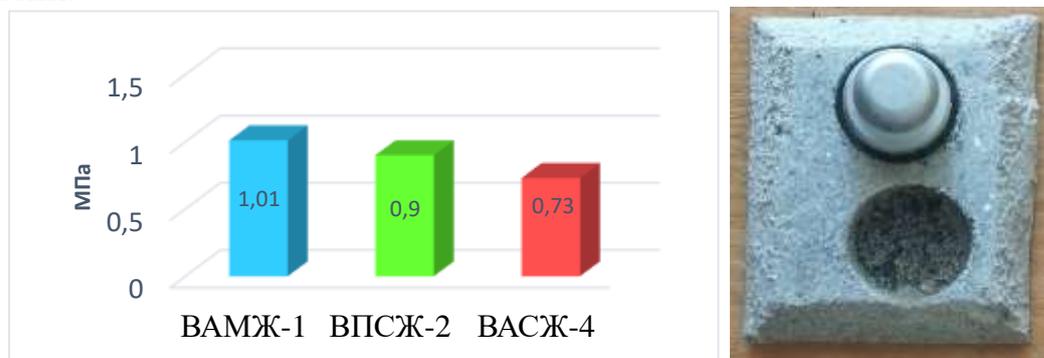
Таблица 1

**Физико-химические свойства полимерного покрытия марки ВАМЖ-1 на основе сополимеров акрилстирола (АК-777) и жидкого стекла**

Наименование	ВАМЖ-1
Цвет	Темно-серого цвета
Плотность 25°С	1,37 *10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>
Растворимость	Не растворяется в воде
Температура применения	+1 +40 °С
Время отверждения покрытия	24-26 часов
Адгезия	1.01 МПа

В третьей главе диссертации на тему **“Научные основания термических свойств термостойких полимерных покрытий”** изучены теоретические основы измерения теплофизических свойств теплозащитных выпуклых полимерных покрытий, адгезионные свойства, термическая стабильность, термогравиметрический анализ, сканирующий электронный микроскоп и методом элементного анализа исследованы жаростойкость и физико-механические свойства.

**В методе определения адгезии покрытий на основе сополимера акрил-стирола;** Использовался измерительный прибор БГД-500 согласно ISO-4624 (Международный стандарт). Во время подготовки образца к испытанию была взята металлическая пластина. Полимерные покрытия ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 и ВАСЖ-4 взятые за образец, наносились на поверхность металлической пластины толщиной 1 см и сушились при температуре 20-25 °С в течение 24-26 часов. Адгезию образцов покрытий определяли путем выдергивания (выдергивания) высушенных образцо в течение определенного времени.



**Рис 2. Определение прочности сцепления образцов покрытия ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 и ВАСЖ-4.**

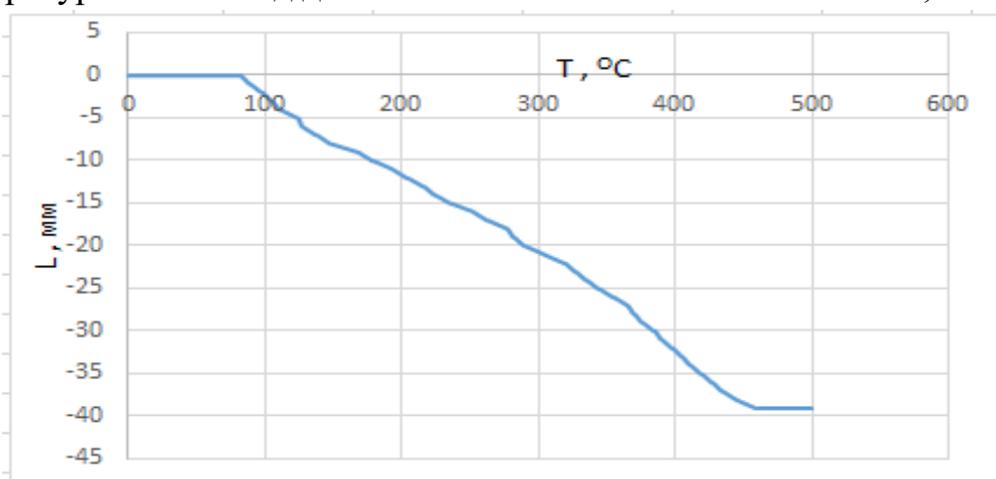
По полученным результатам показатели прочности сцепления (МПа) полимерных покрытий ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 и ВАСЖ-4 оказались равными 1,01, 0,9 и 0,73 соответственно.

**Термомеханический анализ.** При изучении тепловых свойств полимерных покрытий на основе акрил-стирола, полученных в ходе практических экспериментов, на поверхность образца воздействовали фиксированной нагрузкой. При этом параллельно постоянной нагрузке действующей на поверхность повышали температуру, согласно ГОСТу (ISO 11359).

Термомеханические и теплофизические исследования полученных образцов. Термомеханические анализы новых теплозащитных полимерных покрытий ВАМЖ-1, ВПСЖ-2 и ВАСЖ-4 были проведены на базе Ташкентского научно-исследовательского института химических технологий.

Поверхность образца, взятого для эксперимента с предлагаемым нами полимерным покрытием марки ВАМЖ-1, и расчет силы, приложенной к образцу, определяли по соответствующим формулам. С целью исследования термомеханических свойств, площадь поверхности образца взятого для эксперимента составила 153 мкм<sup>2</sup>, при нагрузке веса 0,176 М Н/м<sup>2</sup> под постоянной силой 27 Н и с помощью специального оборудования, контрольные эксперименты проводились в диапазоне температур от +1°C до +500°C.

Ниже представлена (рис. 3) термомеханическая кривая образца полимерного покрытия ВАМЖ-1. Полученный образец нагревали до температуры 500°C под действием постоянной силы тяжести 0,176 М Н/м<sup>2</sup>.



**Рис 3. Термомеханическая кривая полимерного композита ВАМЖ-1,**  
*T - температура, °C; L - инверсия деформации, мм;*

Термомеханическая кривая показывает постоянную деформацию образца до температуры 95°C, в интервале температур 95-350°C наблюдается инверсия расширения (вспучивания) деформации образца. Дальнейшее повышение температуры приводит к переходу образца полимерного покрытия ВАМЖ-1 в высокоэластичное состояние. При повышении температуры до 460-500°C образец деформируется без постоянных изменений. Интервалы изменения температуры и деформации представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

**Интервалы изменения температуры и деформации**

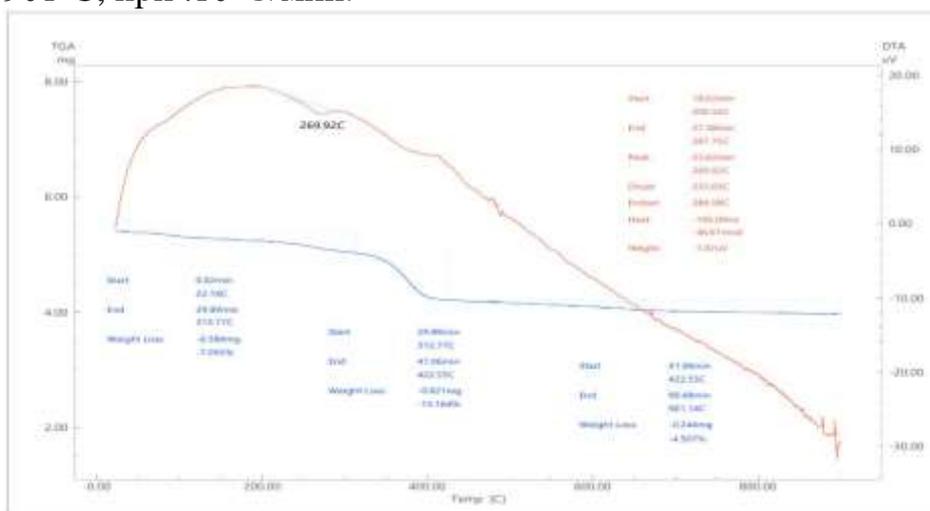
№	Температура	Деформация
1	0°C - 95°C	0 мм – (-1) мм
2	95°C - 150°C	(-1)мм – (-8) мм
3	150°C - 250°C	(-8)мм – (-16)мм
4	250°C - 350°C	(-16) мм – (-25)мм
5	350°C - 460°C	(-25)мм – (-38)мм
6	461°C - 500°C	(-39)мм – (-39)мм

Изменение деформации от 0 мм до (-1) мм наблюдалось в интервале температур от 0°C до 95°C. Сила деформации при температуре 95-150°C равна (-1) мм – (-8) мм. При температуре 350-460°C происходит инверсия деформации образца в диапазоне (-25) мм - (-38) мм. Анализы показывают, что при температуре 461-500°C переход образца полимерных покрытий ВАМЖ-1 в высокоэластичное состояние увеличивает усилие деформации на (-39) мм. При конечной температуре 461°C наблюдалась наибольшая скорость инверсии без изменения деформации образца (-39)мм.



**Рис 4. Вид полимерных покрытий ВАМЖ-1 до и после деформации**

В кривой дериватограммы образца теплозащитного полимерного покрытия ВАМЖ-1 на основе акриловых сополимеров обнаружен один эндотермический эффект при 269,92°C. В интервале температур термогравиметрической кривой 22,14-312,27°C потеря массы составила до 7,093%, при температуре 312,27-422,55°C наблюдалась потеря массы 15,164%, а при температурах 422,55-901°C наблюдалась потеря массы 4,507%. Было обнаружено, что общее уменьшение массы составило 26,814% в диапазоне температур 901°C, при .10°C/мин.



**Рис 5. ДТА и ТГА анализы образца теплозащитного полимерного покрытия марки ВАМЖ-1 на основе акриловых сополимеров.**

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных по кинетике процессов в диапазоне температур от 295,14 К до 1174 К установлено, что потеря массы полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 зависит от различных процессов. Например, окисление полимеров,

разложение под действием температуры, выделение летучих веществ и др. Формирование кривых ТГА, за счет действия экзотермических эффектов с повышением температуры, изучали по особенностям ускорения процесса (табл. 3).

**Таблица 3**

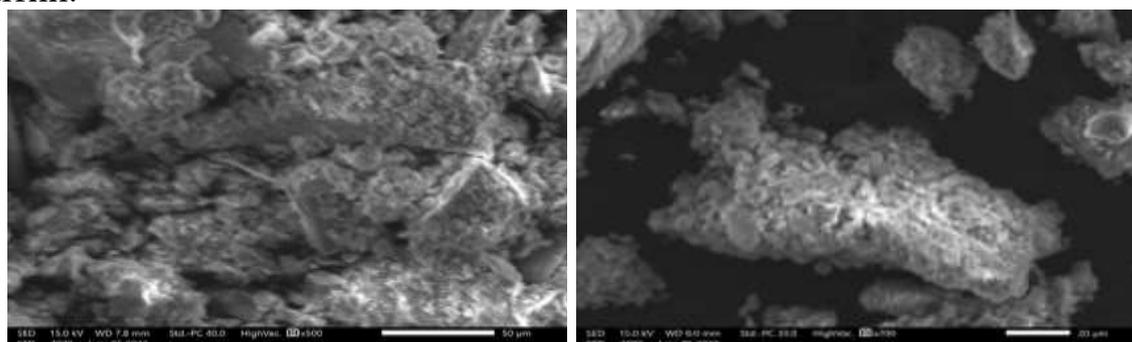
**Влияние температуры на потерю массы образцов полимерного теплоизоляционного покрытия марки ВАМЖ-1**

Температура, °С	Потеря массы, мг	Средняя скорость потери массы, мг/мин
ВАМЖ-1		
0-100	0.09	7.65
100-200	0.18	17.65
200-300	0.35	27.65
300-400	1.06	37.66
400-500	1.25	47.68
500-600	1.31	57.63
600-700	1.39	67.6
700-800	1.42	77.56
800-931	1.45	90.68

Изучено окисление полимеров, разложение под действием температуры, выделение летучих веществ, формирование кривых ТГА в результате экзотермических эффектов при повышении температуры.

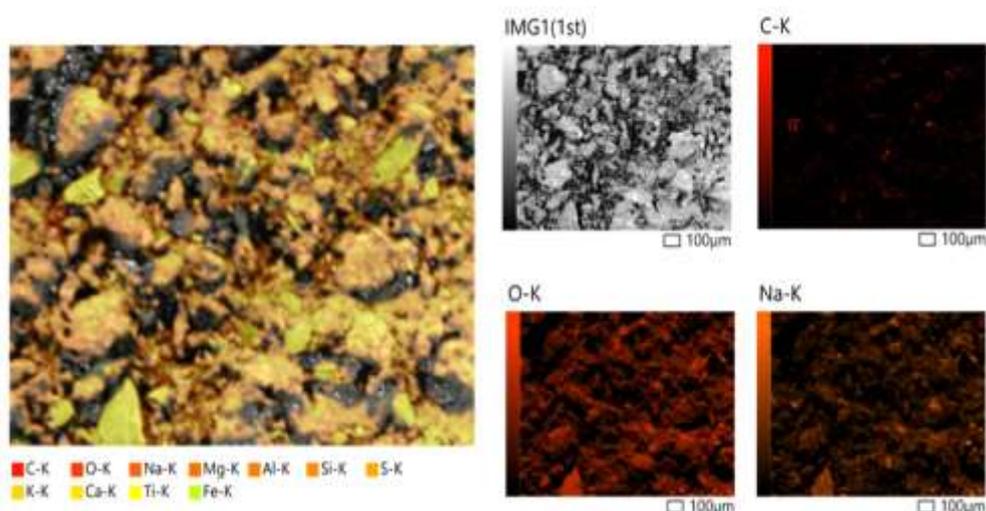
**Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) и элементный анализ новых высокотемпературных полимерных покрытий**

СЭМ и элементный анализ теплозащитного полимерного покрытия ВАМЖ-1 на основе сополимеров акрилстирола позволяют изучить механизмы равномерного распределения веществ, содержащихся в полимерном покрытии.



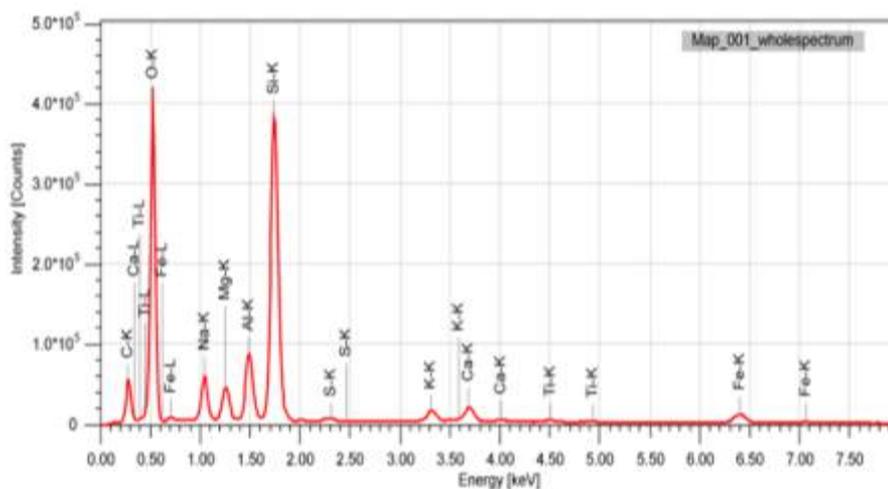
**Рис 6. Микроскопический анализ поверхности теплозащитных полимерных покрытий ВАМЖ-1 на основе сополимеров акрилстирола.**

Получен анализ теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акриловых сополимеров стирола с помощью СЭМ (рис. 7) различных размеров, наблюдался и анализировался состав этих образцов для формирования покрытия из акриловых сополимеров и сопутствующих химических веществ, распределение различных элементов в однородном состоянии в его структуре.



**Рис 7. СЭМ анализ теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акриловых сополимеров стирола**

СЭМ анализ полимерного покрытия марки ВАМЖ-1, полученного нами, показал, что содержание веществ в нем составляет С - 19,57%, О - 48,85%, Na - 3,90%, Mg - 2,08%, Al - 3,67%, Si - 16,79%, S - 0,15%, К - 1,04%, Ca - 1,50%, Ti - 0,23%, Fe - 2,21%.



**Рис 8. Электронно-микроскопический элементный анализ теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акриловых сополимеров стирола**

Исследование коэффициента теплопроводности и теплоемкости теплозащитных полимерных покрытий на основе сополимеров акрилового стирола проводили на основе метода динамического калориметра.

Принцип работы устройства, соединительная пластина и стержень медленно нагреваются тепловым потоком, исходящим от основания. Стержень и соединительная пластина изготовлены из меди с высокой теплопроводностью, поэтому перепад температуры вдоль металла не будет заметен. Тепловой поток, проходящий через середину пластины, частично поглощается пластиной 2, а затем тепло на пластине используется для нагрева образца и стерилизации.

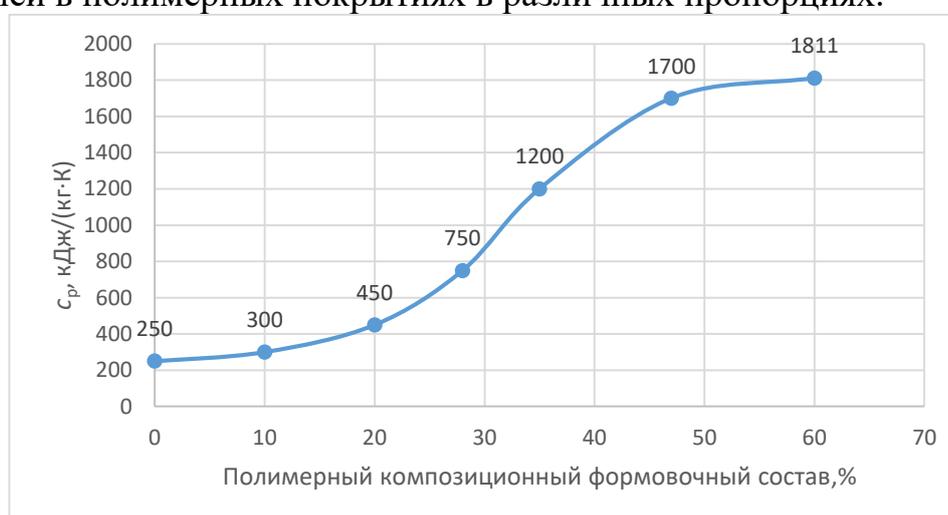
Результаты определения теплоемкости ( $C_p$ ), теплопроводности ( $\lambda$ ) в начальном цикле смешивания полимерных покрытий на основе акриловых сополимеров приведены в табл. 4.

**Таблица 4**

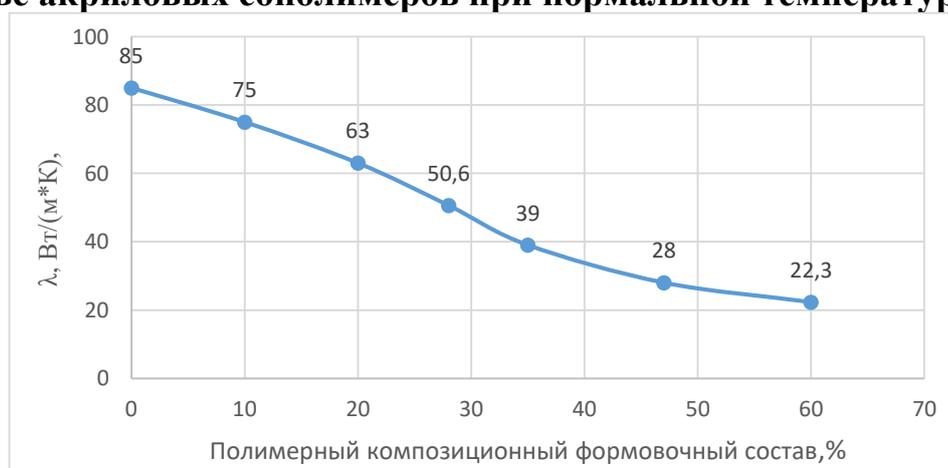
**Исследование теплоемкости ( $C_p$ ) и теплопроводности ( $\lambda$ ) покрытий на основе акриловых сополимеров при температуре 600°C.**

№	Полимерный композиционный формовочный состав, %	$c_p$ , кДж/(кг·К)	$\lambda$ , Вт/(м·К)
ВАМЖ-1	0	250	85,0
	10	300	75,0
	20	450	50,6
	40	1450	28,8
	60	1811	22,3

Было обнаружено, что результатом является относительное снижение термического воздействия на покрытие в результате смешивания наполнителей в полимерных покрытиях в различных пропорциях.



**Рис 9. Исследование теплоемкости ( $C_p$ ) полимерных покрытий на основе акриловых сополимеров при нормальной температуре.**



**Рис 10. Исследование теплопроводности ( $\lambda$ ) полимерных покрытий на основе акриловых сополимеров при нормальной температуре.**

Теплоемкость полимерного покрытия марки ВАМЖ-1, представляющего собой смесь от 0 до 65% теплозащитных полимерных покрытий на основе исследуемых акриловых сополимеров, составила 30,4% (рис. 8). Величина теплопроводности теплозащитного вспученного полимерного композиционного материала на основе акрилового стирола была снижена на 21% т.е. с 62,0 до 48,3 Вт/(м·К) (рис. 10).

Таким образом, было обнаружено снижение теплоемкости и теплопроводности полимерных покрытий, полученных путем добавления реагентов в различных пропорциях к составу акриловых сополимеров, при температуре 145°C.

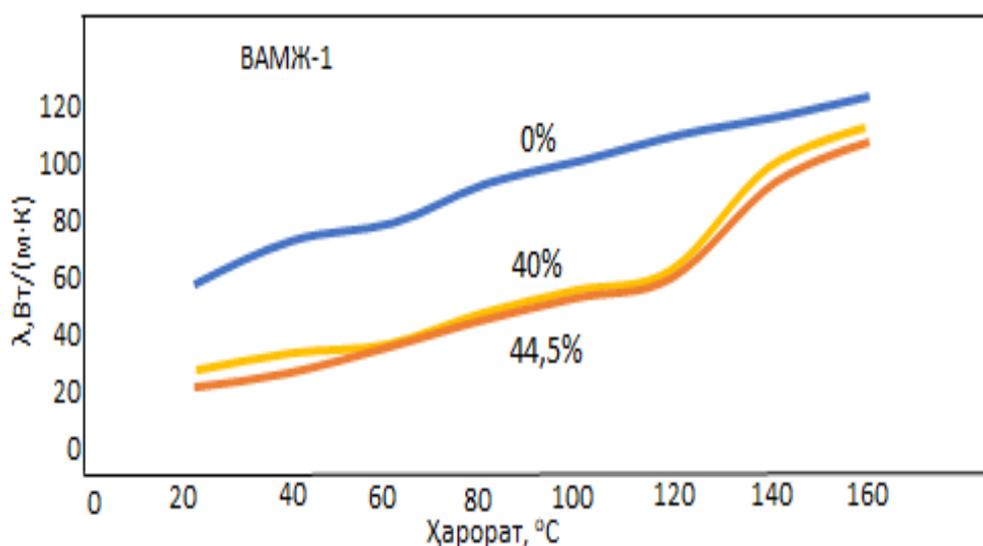
Экспериментально исследованы изменения теплопроводности теплозащитных полимерных покрытий на основе акриловых сополимеров в зависимости от повышения температуры (табл. 5).

**Таблица 5**

**Исследование теплопроводности ( $\lambda$ ) покрытий на основе акриловых сополимеров при 800 °С**

№	Температура, °С	Теплопроводность полимерного покрытия, $\lambda$ , Вт/(м·К),		
		0	40	44,5
ВАМЖ-1	20	52	36	34
	45	63	42	37
	70	68	71	42
	95	76	47	46
	120	85	75	74
	145	95	85	82

Согласно полученным результатам, приведенным в табл. 4 и 5, полимерное покрытие марки ВАМЖ-1 на основе смеси 55-60% акриловых сополимеров имеет значение теплопроводности 42-44 Вт/(м·К), при температуре 25°C.



**Рис 11. Исследование теплопроводности ( $\lambda$ ) полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акриловой сополимера при различных температурах**

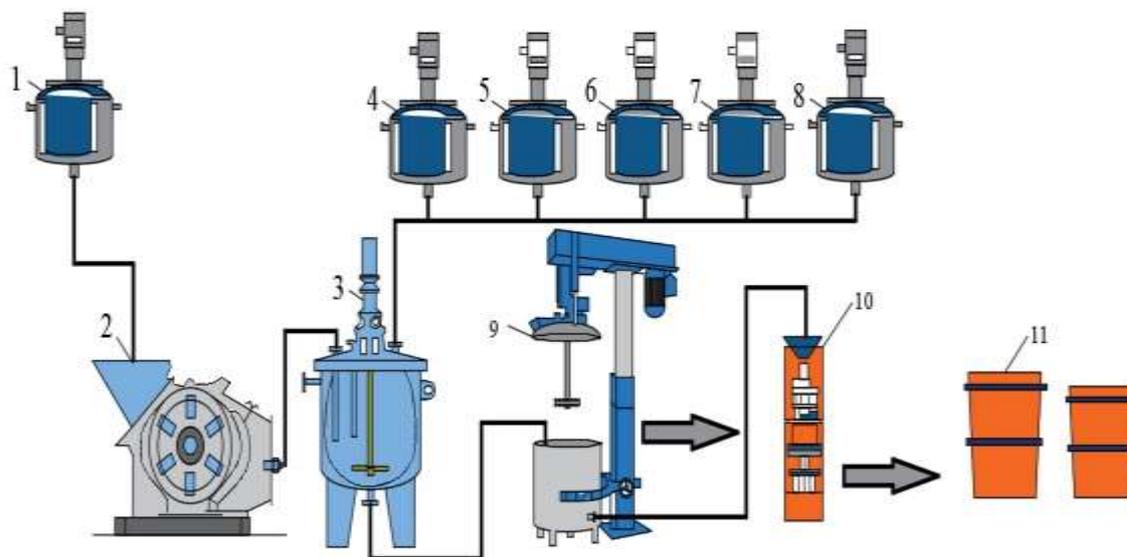
Результаты экспериментальных испытаний показали снижение теплоемкости и теплопроводности по мере увеличения количества добавляемых наполнителей к акриловым сополимерам при температуре 20°C.

При анализе данных, представленных в таблице 5, было обнаружено, что повышение температуры полимерных покрытий в интервале 20-145°C и увеличение количества химических добавок частично снижает теплопроводность, но также увеличивает теплопроводность в результате повышения температуры.

В результате, с повышением температуры полимерного покрытия наблюдалось увеличение значений его теплопроводности.

Четвертая глава диссертации, под названием **“Технологическая схема получения термостойких полимерных покрытий и технико-экономическая эффективность”** посвящена технологиям производства термостойких покрытий.

Технологическая схема производства теплозащитных покрытий марки ВМЖ-1 представлена на рис. 12.



**Рис 12. Технологическая схема получения теплозащитных полимерных покрытий на основе акриловых сополимеров марки ВМЖ-1.**

*(1) емкость для вермикулита; (2) дробилка; (3) реактор для получения основного полимерного покрытия смеси; (4) емкость для жидкого стекла; (5) емкость для гидроксида алюминия; (6) емкость для стекловолокна; (7) емкость для акрилового стирольного сополимера; (8) емкость для портланд-цемента; (9) емкость для растворителя; (10) упаковочное оборудование из гидроксида алюминия; (11) емкость для хранения продукта.*

При получении полимерного покрытия марки ВМЖ-1 на основе акриловых сополимеров, вспученный вермикулит из ёмкости (1) подается в дробилку (2), а затем, раздробленный, подаётся в реактор (3), куда далее подаются одновременно, с целью формирования основной полимерной композиционной смеси, жидкое стекло из ёмкости (4), гидроксид алюминия из ёмкости (5), стекловолокно из ёмкости (6), акриловый стирольный

сополимер из ёмкости (7), портланд-цемент из ёмкости (8). Продукты перемешиваются в основном реакторе (3) в расчетном количестве при температуре 35-45°C в течении 0,5 часов до образования смеси. Чтобы довести химические добавки, содержащиеся в готовой смеси, до одинакового размера в реактор (3) подаётся растворитель из ёмкости (9). После подачи растворителя, мешалка реактора (3) начинает работать со скоростью 1200-1500 об/мин. Этот процесс занимает 2-2,5 часа при температуре 22°C. Теплозащитное полимерное покрытие адаптировано к стандартным требованиям, предъявляемым к термостойкому материалу, чтобы обеспечить равномерное распределение вещества в эмульсионной среде.

**Таблица 6**

**Общая стоимость изготовления 1 тонны теплозащитных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акрилового стирола**

Обозначение	Цена, сумма
Заработная плата, сумма/1 день	300 000
Единая социальная выплата 15%	45 000
Композит марки ВАМЖ-1	15 390 400
Дополнительные расходы	100 000
Непредвиденные обстоятельства	100 000
Прибыль 10%	2 394 000
НДС 12%	2 755 640
Общие	21 085 040

Общая стоимость производства 1 тонны теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акрилового стирола составила 21 085 040 сумов (1 кг/21 085,04 сумов). Было установлено, что теплозащитное покрытие зарубежной марки "VERMIX", имеет общую стоимость 1 тонны -25 500 000 (1 кг/25 500 сумов). Теплозащитные покрытия марки ВАМЖ-1 на основе акрилового стирола обладают экономической эффективностью 17,31% по сравнению с теплозащитным покрытием марки "VERMIX", зарубежного аналога. Экономический эффект от использования теплозащитных полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 возрастает по мере увеличения срока службы термостойких материалов и замены импортируемых из-за рубежа аналогов.

**Выводы**

1. На основе акрилового стирольного сополимера (777) и жидкого стекла получены новые полимерные покрытия с термозащитой, а также разработана технология получения термостабильных покрытий с сохранением физико-химической и механической прочности.

2. Структурные изменения и теплофизические свойства модифицированных полимерных покрытий были изучены с помощью ИК-спектроскопии, термогравиметрического (ТГ), (DTA) анализа, а также методов СЭМ и элементного анализа, и было установлено, что полимерные композиты устойчивы к воздействию химических веществ.

33. Был проведен дифференциально-термогравиметрический анализ полученного полимерно-компонентного композиционного покрытия и изучена кинетика процессов в диапазоне температур от 100 до 901°C. В результате было установлено, что потеря массы теплозащитного выпуклого полимерного покрытия марки ВАМЖ-1 под воздействием температуры составила: 26,81%, в то время как потеря массы полимерного покрытия марки ВАСЖ-4 составила 31,074%, в то время как потеря массы полимерного покрытия марки ВПСЖ-2 составила 40,906%.

4. В результате проведенных исследований была улучшена устойчивость полимерных покрытий на основе поливинилацетата и жидкого стекла, модифицированных акрил-стирольными сополимерами, к нагреванию в соответствии со стандартом технических требований, в результате научно подтверждено разработка конкретных системных механизмов.

5. При оценке экономической эффективности полимерных покрытий марки ВАМЖ-1 на основе акриловых стирольных сополимеров было установлено, что стоимость полимерных покрытий “VERMIX”, используемых в нашей республике в качестве аналогов, является экономически эффективной, а также, разработанное нами покрытие ВАМЖ-1 полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 57943, ГОСТ 32299-2013.

**ONE SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC COUNCIL  
FOR AWARDED THE DEGREES DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 AT THE  
TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY**

---

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY**

**RUZIYEV RUFAT TOSHBOYEVICH**

**TECHNOLOGY OF HEAT-SHIELDING COATINGS BASED ON  
ACRYLIC-LINE COPOLYMERS  
DEVELOPMENT**

**02.00.14-Technology of organic substances and materials based on them  
05.05.05.- Theoretical foundations of heat engineering**

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

**Tashkent – 2024**

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.2.PhD/T3605.

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

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

**Research supervisor:** **Rakhmonkulov Alikul Amirkulovich**  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor

**Official opponents:** **Murtazayev Kuvondik Mustafayevich**  
doctor of Philosophy in technical sciences

**Fayziev Jahongir Bakhromovich**  
(PhD) of technical sciences, senior researcher

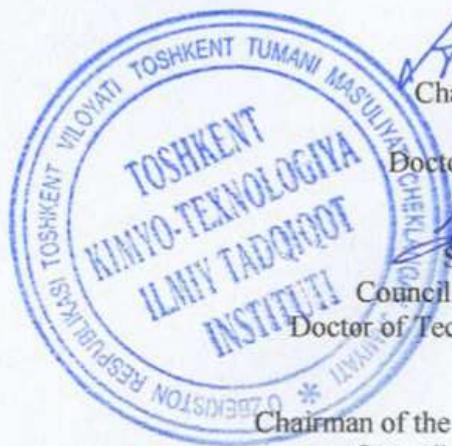
**Leading organization:** **Termez State University**

The defense of the dissertation will take place on "10" October 2024 at "9<sup>00</sup>" hours at a one-time meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.78.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n/a Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz).

The dissertation was registered at the Information Resource Center of Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 2024/ 29, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: [ooo\\_tniixt@mail.ru](mailto:ooo_tniixt@mail.ru), [TKTITI@exat.uz](mailto:TKTITI@exat.uz)).

The abstract of the dissertation has been distributed on «18» September 2024 year

Protocol at the register № 2024/29 dated «18» September 2024 year



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

*Sh.N. Qiyomov*  
**Sh.N. Qiyomov**  
Scientific Secretary of the Scientific  
Council for Awarding of scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

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

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the study is** to develop a cost-effective technology for producing heat-protective coatings by modifying acrylic styrene copolymers.

**As an object of research** acrylic styrene copolymer, polyvinyl acetate, liquid glass and convex vermiculite, as well as new polymer coating materials.

**The scientific novelty of the study** consists of the following:

polymer coatings based on acrylic styrene copolymer, convex vermiculite, polyvinyl acetate and liquid glass were obtained by modifying the compositions;

optimal conditions for obtaining heat-resistant polymer coatings based on acrylic styrene copolymer modified with additives containing silicon, nitrogen and metal particles, and their physicochemical properties were determined;

it has been established that the destruction temperature of a coating based on an acrylic-styrene copolymer depends on the modification conditions and the properties of the filler;

the dependence of the improvement of adhesion of new polymer coatings up to 1 point and their impact strength limits up to 18-20 cm on the optimal ratios of chemical additives with a multifunctional effect was scientifically proven;

A fundamental technology for producing polymer coatings with thermal protection and high heat capacity based on an acrylic-styrene copolymer has been developed, which has been shown to be 17.31% more cost-effective than widely used analogues.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained in the development and practical application of the technology for producing heat-protective coatings based on acrylic styrene copolymers:

heat-resistant polymer coatings obtained by modifying acrylic styrene copolymer with additives containing silicon, nitrogen and metal were put into practice at the Shurtan Oil and Gas Production Department. (Certificate No. 02/50-2913 of the Shurtan Oil and Gas Production Department dated August 10, 2023). As a result, it became possible to develop and practically apply the technology for producing heat-protective coatings based on acrylic styrene copolymers;

heat-resistant polymer coatings based on convex vermiculite, polyvinyl acetate, acrylic styrene and liquid glass were put into practice at the Shurtan Oil and Gas Production Department. (Reference No. 02/50-2913 of the Shurtan Oil and Gas Production Department dated August 10, 2023). As a result, acrylic-styrene copolymers with stable modifications up to the proposed temperature effectively capture the amount of heat released from heat transfer pipes into the external environment, which allows to significantly reduce energy consumption.

**The structure and volume of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a summary, a list of used literature and an appendix. The volume of the dissertation is 100 pages.

## ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

### І бўлим (І часть, І part)

1. Рўзиев Р.Т., Рахмонқулов А.А., Нурқулов Ф. Н., Джалилов А., Т. Исследование термических свойств высоконаполненных акриловых композиций // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 1(103). 17-19 с. (02.00.00, № 2)
2. Rufat Ruziev, Fayzulla Nurkulov, Alikul Rakhmankulov, Abdulahat Djalilov., Investigation of the properties of a coating based on an acrylic monomer //international scientific journal science and innovation, Series A Volume 2 Issue5 May 2023. 216-219 p. (Scientific Journal Impact Factor, № 23)
3. Р.Т. Рузиев., А.А. Рахмонкулов., Ф.Н. Нурқулов., А.Т. Джалилов., Акрил-стирол таркибли қопламани иссиқликка чидамли сополимерни термик хусусиятларини тадқиқ этиш // Узбекский Научно-технический и производственный журнал. Композиционные материалы. №2/2023.48-51 с. (02.00.00, № 4, 05.00.00, № 13)
4. Рузиев Р.Т., Рахмонкулов А.А., Нурқулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Акрил сополимерлари асосидаги ВАМЖ-1 маркали иссиқликдан ҳимояловчи полимер композитли қопламанинг дериватаграмма ва СЭМ анализ натижаларини таҳлил қилиш // ҚарДУ хабарлари-2023й. №. 5/1(60). 7-11 бет. (03.00.00, № 11)
5. Rufat Ruziev, Fayzulla Nurkulov, Alikul Rakhmankulov, Abdulahat Djalilov Investigation of physico-chemical properties of heat-protective polymer materials //international scientific journal science and innovation, Series A Volume 2 Issue 9 September 2023. 176-179 б. (Scientific Journal Impact Factor, № 23)

### II бўлим (II часть, II part)

6. Рўзиев Р.Т., Рахмонкулов А.А., вамж-1 маркали полимер композитининг иссиқликка чидамлилигини таҳлили. // “Нодир ва ноёб металллар кимёси ва технологияси: бугунги ҳолати, муаммолари ва истиқболлари” республика илмий-амалий конференцияси. Термиз 2023 йил 28-29 апрель.283-284 б
7. Ro'ziyev Rufat Toshboyevich, Raxmonqulov Alikul Amirovich, Djalilov Abdulaxat Turopovich. Yangi avlod oligomer antipirenlarni qo'llab qurilish materiallari va buyumlarining olovbardoshligini oshirish // Сборник тезисов maqolalar toplami Ташкент 2022
8. Рузиев Р.Т., Нурқулов Ф.Н., Рахмонкулов А.А., Джалилов А.Т.. Исследование термических свойств высоконаполненных акриловых композиций // O'zbekiston respublikasi favqulodda vaziyatlar vazirligi akademiyasi. Toshkent, 2022-yil 30-noyabr.34-36 б

9. Рўзиев Р.Т., Нурқулов Ф.Н.. Вермикулет композитининг деривотографик таҳлили // Bioorganik kimyo fani muammolari. Namangan – 2022. 25-26 noyabr .37-38b

10. Рўзиев Р.Т., Раҳманкулов А.А., Янги авлод полимерларини ишлаб чиқиш ва уларни иссиқликка чидамлилигини таҳлили // Ўзбекистон республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари Мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция Тошкент, 2023 йил 17-18 март. 485-488 б.

11. Ro'ziyev R.T., Nurqulov F.N., Rahmankulov A. vasj-4 markali polimerining termik xususiyatlarini tahlil qilish. // “Kimyo va kimyoviy texnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish muammolari, yechimlari va istiqbollari” mavzusidagi respublika miqyosida ilmiy-amaliy anjuman. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti 2023-yil 26-27-aprel / 352-353 b.

12. Рўзиев Р.Т., Раҳманкулов А.А. Иссиқликка чидамли қопламани деривотографик хусусиятларини таҳлил этиш. // “kimyo va kimyoviy texnologiyaning dolzarb muammolari va yechimlari” mavzusidagi Ilmiy-amaliy konferensiya. Navoiy davlat pedagogika instituti 2023 yil./426-427-b.

13. Рўзиев Р.Т., Раҳманкулов А.А. Акрил–стирол таркибли қопламани иссиқликка чидамли сополимерни деривотографик хусусиятларини тадқиқ этиш. // Fan va texnikada innovatsion texnologiyalar: fizik yechimlar, metrologik o'lchashlar hamda elektronika va asbobsozlik muammolari” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani . Qarshi–2023 19–20 may /126-128-b.

14. Рўзиев Р.Т., Раҳманкулов А.А., вэп-3 маркали полимер композитининг термомеханик мустаҳкамлигини таҳлили. // Fan va texnikada innovatsion texnologiyalar: fizik yechimlar, metrologik o'lchashlar hamda elektronika va asbobsozlik muammolari” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani . Qarshi–2023 19–20 may / 208-210 b.

15. Rufat Ruziev., Fayzulla Nurkulov., Alikul Rakhmankulov., Abdulahat Djalilov. Research of the physical and mechanical properties of high temperature resistant copolymer coating // 7th Advanced Engineering Days, 9 July 2023, Mersin, Türkiye.173-175b

16. Рузиев Руфат Тошбоевич., Раҳманкулов Аликул Амирович. Дифференциальный термический анализ высокотеплостойкого полимерного композиционного покрытия вэпж-1//academic research in modern science International scientific-online conference. 122-125 с.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10663280>

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида  
таҳрир қилинди.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 09.09.2024.  
Bichimi: 60x84 <sup>1/16</sup> «Times New Roman»  
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 2,75. Adadi 100. Buyurtma: № 100  
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09  
Guvohnoma reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.