

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

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИLMИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

БОЗОРОВ АҲРОР ТУРАЕВИЧ

**РЕЗИНА ҚОРИШМАЛАРИ УЧУН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ФАОЛ
ТЎЛДИРУВЧИЛАР ВА ВУЛҚОНЛАШ ТЕЗЛАТГИЧЛАРИНИ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ҲАМДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент-2023

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

Бозоров Ахрор Тураевич

Резина қоришмалари учун модификацияланган фаол тўлдирувчилар ва вулканизация тезлаткичларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда қўлланилиши..... 3

Бозоров Ахрор Тураевич

Разработка и применение технологии получения модифицированных активных наполнителей и ускорителей вулканизации для резиновых смесей..... 21

Bozorov Ahror

Development and application of technology for obtaining modified active fillers and vulcanization accelerators for rubber compounds..... 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**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

БОЗОРОВ АҲРОР ТУРАЕВИЧ

**РЕЗИНА ҚОРИШМАЛАРИ УЧУН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ФАОЛ
ТЎЛДИРУВЧИЛАР ВА ВУЛҚОНЛАШ ТЕЗЛАТГИЧЛАРИНИ ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ҲАМДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент-2023

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2023.1.PhD/Т3441 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати учта тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.iktiti.uz) ва "ZiyoNet" ахборот-таълим порталда (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Соттиқулов Элёр Сотимбоевич техника фанлари бўйича фалсафа доктори, к.и.х.
Расмий оппонентлар:	Жураев Асрор Бахтиёр ўгли техника фанлари доктори, доцент. Тешабаева Элмира Убайдуллаевна техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	Термиз давлат университети

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc16/30.12.2019.К/Т.87.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2023 йил «29» 08 соат 9⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 111116, тошкент тумани Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин. (№ 2023/24 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 111116, Тошкент тумани Ибрат МФЙ, Шўробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

Диссертация автореферати 2023 йил «14» 08 кун тарқатилди.
(2023 йил «14» 08 даги 2023/24 рақамли реестр баённомаси)



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

Ширинов Ш.Д.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш котиби,
т.ф. PhD., к.и.х.

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари, резинатехника саноати, пластмассалар ишлаб чиқариш, рангли металлургия, машинасозлик, фармацевтика, озиқ-овқат саноати ҳамда кимё саноатининг турли жабҳаларида қўлланиб келинмоқда. Шу билан бирга, модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари, резинатехника ва пластмасса буюмлари ишлаб чиқаришда, уларнинг физик-механик хоссаларини оширишда, шунингдек, ёруғлик ва иссиқликка чидамли, юқори кимёвий барқарор бўлган лок-бўёқлар олишда муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда дунёда кремний (IV) оксидининг хоссаларини яхшилаш учун полиэлектролитлар билан ишлов бериш, модификациялаш ва улардан самарали фойдаланиш борасида илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, модификацияланган кремний (IV) оксиди синтез жараёнини соддалаштириш ва хавфсиз усулларини ишлаб чиқиш, резина қоришмаларининг мустаҳкамлиги ва физик-механик хоссаларини ўзгартира оладиган, дисперслиги юқори бўлган янги турдаги кремний оксидини олиш ва қўллаш соҳаларини кенгайтиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда юқори сифатли резинатехника маҳсулотларини ишлаб чиқаришда кенг қамровли чора-тадбирлар, уларга бўлган талабни таъминлашга қаратилган, илмий ва амалий ишлар амалга оширилиб, янги ишлаб чиқариш қувватлари яратилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг Тараққиёт стратегиясида ишлаб чиқариш соҳаларини ривожлантириш, саноатни модернизация ва диверсификация қилиш, амалиётда кам сарфли энергия тежамкор усулларни қўллаш, миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари иштирокида резинатехника буюмлари, полимер маҳсулотлар, лок-бўёқ материалларини олиш бўйича илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «Мутлақо янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш, шу асосда ташқи ва ички бозорларда рақобатбардош маҳаллий маҳсулотларни ишлаб чиқаришни таъминлаш» га қаратилган ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 6 июлдаги ПҚ-307-сонли қарорининг¹ 3-иловасида “Маҳаллий хом ашёлардан фойдаланган ҳолда кремний (IV) оксиди хом ашёсини олиш ва технологиясини яратиш” муҳим вазифалар этиб белгиланган. Бу борада маҳаллий хомашёлар асосида кремний (IV) оксидини ишлаб чиқариш учун иқтисодий жиҳатдан самарали ва экологик

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 6 июлдаги ПҚ-307-сон «2022-2023 йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини амалга ошириш бўйича ташкилий чора-тадбирлар тўғрисида»ги Фармони.

тоза технологияларни ишлаб чиқишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Ўзбекистон Республикаси ва хорижда сўнги йилларда модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичларини синтез қилиш бўйича бир қатор олимлар томонидан илмий тадқиқот ишлари олиб борилган. Модификацияланган кремний (IV) оксидини ва вулқонлаш тезлатгичларини синтези ва қўлланилиши бўйича хорижий олимлар Кутишева Е.С., Вавилов В.В., Габдуллин А.Н., Селяев В.П., Бочевская Е.Г., Салимжанова М.Н., Казансова В.А., Наседкин В.В., Шабанова Н.А., Черевина Т.М., Деревянко В.В., Раҳман И.А., Гао Х., Скачкова В.К., Власов В.А., Космачев П.В., Ненашева Д.Р., Мелников Б.И. ва бошқа олимлар томонидан илмий тадқиқотлар олиб борилган.

Республикамизда резина саноатида қўлланиладиган ингредиентлар олиш, синтез жараёнларини ва қўллашдаги оптимал шароитлари, ушбу ингредиентларни резина қоришмалари ва резинатехник буюмларининг турли хоссаларига таъсирларини ўганиш бўйича бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилган. Мазкур соҳа Ибодуллаев А.С., Джалилов А.Т., Тешабаева Э.А., Нигматов С.С., Юлдашов Д.Я., Аминов Ш.С., Юсуфбеков А.Х., Нурқулов Ф.Н. ва бошқа олимларнинг турли йилларда олиб борилган илмий изланишлари асосида ривожланиб бормоқда. Уларнинг тадқиқотлари резина композициялари учун турли ингредиентлар олиш ва уларни резина композицияларига таъсир механизмларини ўрганишга асосланган.

Шу билан бирга, маҳаллий хомашёлар асосида янги, таннархи арзон, модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари турларини кенгайтириш, ишлаб чиқаришнинг самарали технологияларини ишлаб чиқиш устида тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти илмий тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №А12-003 «Таркибида кремний сақлаган полимерлар ва органик бўёқлар ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш» (2019-2021 йй.), мавзусидаги амалий ва инновацион лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади резина қоришмалари учун модификацияланган фаол тўлдирувчилар ва вулқонлаш тезлатгичларини олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

резина қоришмаларида фаол тўлдирувчи сифатида фойдаланиладиган модификацияланган кремний (IV) оксидини бир босқичда олиш учун

поликарбонат асосли полиэлектролит синтез қилиш, унинг юқори дисперсли кремний оксиди олишдаги аҳамиятини ва таъсирини ўрганиш;

поликарбонат асосли полиэлектролитлар олиш ва улар ёрдамида натрий силикат (суяқ шиша), сульфат кислота, кальций тузлари иштирокида кремний (IV) оксидини олиш, органик модификаторлар билан модификациялаш;

полиэлектролит иштирокида, бир босқичда олинган кремний (IV) оксидини НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л ва 301-Т3 маркали стандарт резина қоришмаларида қўллаш, ундан олинган резинанинг хоссаларини стандарт техник кўрсаткичларга мослаштириш;

органик модификаторлар билан модификациялаб олинган кремний (IV) оксидини резина қоришмаларида фаол тўлдирувчи сифатида конвейер тасмалари ишлаб чиқаришда қўллаш;

маҳаллий хомашёлар асосида вулканизация тезлаткичлари олиш ва уларни импорт қилинадиган N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамид тезлаткичи ўрнида резина қоришмаларида қўллаш ҳамда олинган резинанинг физик-механик хоссалари ўрганиш;

бир босқичда юқори дисперсли кремний (IV) оксиди олиш ва органик модификаторлар билан модификациялаш технологияси ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга тадбиқ этиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида полиэлектролитлар, органик модификаторлар, акрил кислота, малеин ангидриди, каучуклар, пластификаторлар, тўлдирувчилар, тезлаткичлар, натрий силикат (суяқ шиша), сульфат кислота, хлорид кислота, ортофосфат кислота, кальций хлорид, кальций нитрат, мочевино, аммоний гидроксид, олтингурут, рух оксиди олинган.

Тадқиқотнинг предмети органик модификаторлар, махсус органик полиэлектролитлар ёрдамида, натрий силикат (суяқ шиша), сульфат ва хлорид кислота, кальций тузлари иштирокида кремний (IV) оксидини олиш, органик модификаторлар билан модификациялаб олинган кремний (IV) оксидини ва мочевино, аммоний гидроксид, ортофосфат кислота, олтингурут, рух оксиди асосида синтез қилинган вулканизация тезлаткичларини резина қоришмаларига тадбиқ қилган ҳолда уларнинг кимёвий, физик-механик хоссаларини ўрганиш ва резинатехника маҳсулотлари ишлаб чиқариш саноатида қўллаш ташкил этган.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқотлар натижасида олинган моддаларнинг тузилиши ва хоссаларини тадқиқ этишнинг замонавий усуллари, жумладан, физик-механик усуллар, сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ), элемент таҳлил, инфрақизил спектроскопия (ИК-спектроскопия), термогравиметрия (ТГ) ва дифференциал сканерловчи калориметрия (ДСК) ва бошқа усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

органик полиэлектролит ва натрий силикат асосида резина қоришмалари учун юқори дисперсли кремний оксиди олиниб, унинг янги самарали усули

ишлаб чиқилган ҳамда ISO 3262-19, ISO 787-9, ISO 782-2, ISO 787-8, ISO 37 стандартларига мослиги аниқланган.

бир босқичда олинган кремний оксиди модификацияланиб, резина қоришмаларида қўлланилганда олинган резинанинг физик-механик ҳамда реологик хоссаларини яхшилаши исботланган.

таркибида олтингугурт, азот, фосфор сақлаган бирикмалар синтез қилинган ва импорт вулқонлаш тезлатгичлари ўрнида резина қоришмаларининг вулқонланиш жараёнида қўллаш мумкинлиги исботланган.

маҳаллий хомашёлар асосида янги органик модификаторлар билан модификацияланган юқори дисперсли кремний оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари олишнинг иқтисодий самарадор технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

органик полиэлектролит иштирокида бир босқичда олинган кремний (IV) оксиди асосида НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л ва 301-Т3 маркали стандарт резина қоришмалари олиниб, ундан олинган резинанинг хоссалари стандарт техник кўрсаткичларга мос эканлиги аниқланган;

органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксидини резина қоришмаларида фаол тўлдирувчи сифатида қўллаш, конвейер тасмалари ишлаб чиқаришда юқори самарали эканлиги аниқланган;

маҳаллий хомашёлар асосида вулқонлаш тезлатгичлари олинган ва улар резина қоришмаларида фойдаланилган ҳамда ушбу маҳаллий вулқонлаш тезлатгичлари импорт қилинаётган N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамид тезлатгичи ўрнида қўллаш орқали резина қоришмаларининг физик-механик хоссаларига бўлган таъсирлари аниқланган;

бир босқичда поликарбонат полиэлектролити билан кремний (IV) оксиди олиш ва органик модификаторлар билан модификациялашнинг иқтисодий жиҳатдан самарадор технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синтез қилинган бирикмалар структураси ва хоссаларини термогравиметрик, дифференциал термик (LABSYS EVO STA дериватограф), сканерловчи электрон микроскопия, элемент таҳлили, ИҚ-спектроскопия (IR Трасер-100) каби физик-кимёвий таҳлил қилишнинг замонавий усуллари қўллаш натижалари билан аниқланган, шунингдек, олинган натижаларни қиёсий таҳлил асосида маҳаллий ишлаб чиқариш амалиётига мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти органик полиэлектролитлар, натрий силикат (суяқ шиша), сульфат кислота, хлорид кислота, кальций тузлари ва органик модификаторлар ёрдамида кремний (IV) оксидини олиниши, шунингдек, уларнинг тузилиш ва хоссаларини аниқлаш ҳамда иқтисодий самарадор ишлаб чиқариш технологиясининг илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксиди ва вулқонлаш тезлатгичлари резина техника буюмлари ишлаб чиқариш саноатида, автомобил, қишлоқ

хўжалик шиналари ва конвейер тасмалари олишда, уларни физик-механик хусусиятларини яхшилаш ҳамда хизмат муддатини оширишда қўллашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксиди олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

модификацияланган кремний оксиди «Биринчи резинотехника заводи» МЧЖ нинг резина қоришмалари олиш цехида амалиётга жорий қилинган («Биринчи резинотехника заводи» МЧЖ нинг 2022 йил 14 декабрьдаги 07-1799 сон маълумотномаси). Натижада корхонада импорт ўрнини босувчи маҳаллий хомашёдан фойдаланиш имконини берган;

полиэлектролит ёрдамида ва органик модификатор билан модификациялаб олинган кремний оксиди «Биринчи резинотехника заводи» МЧЖ ХК нинг конвейер тасмалари ишлаб чиқариш цехида амалиётга жорий қилинган («Биринчи резинотехника заводи» МЧЖ ХК нинг 2023 йил 9 февралдаги 07-11/3-179 сон маълумотномаси). Натижада, олинган конвейер тасмаларининг таннархини пасайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 11 та, шундан 6 та халқаро ва 5 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, шундан, 3 та Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

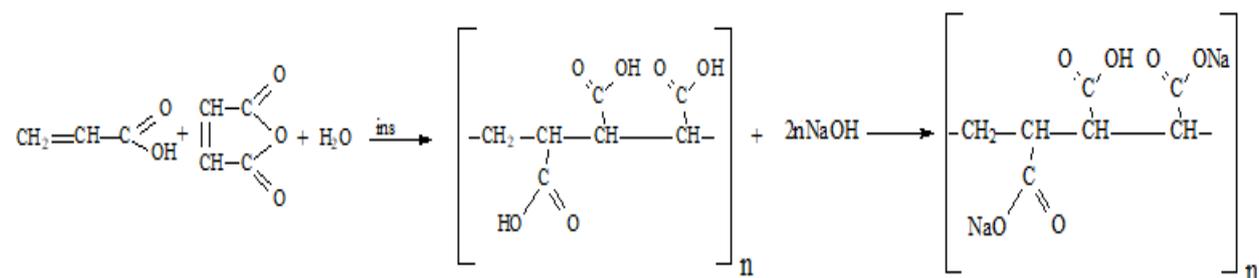
Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотлар долзарблиги, зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади, вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган ҳамда республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги, амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксидининг хоссалари, синтези, қўлланилиши ҳамда ишлаб чиқариш истиқболлари”** деб номланган биринчи бобида полиэлектролит олиниши, қўлланиши, модификаторларнинг кремний оксиди хоссаларига таъсири ва аҳамияти, модификацияланган

кремний (IV) оксидининг хоссалари, олиниши, саноатнинг турли жабҳаларида, резина маҳсулотлар олишда қўлланилиши, шу билан бирга вулқонлаш тезлатгичларини синтези, уларнинг хоссалари ва тадқиқотчи танлаган объектга яқин мисоллар адабийётлар шарҳида ёритилган. Таниқли олимлар томонидан олиб борилган илмий ишлар ва эълон қилинган нуфузли мақола ҳамда патентлар таҳлил қилиниб, танланган мавзу асосланган.

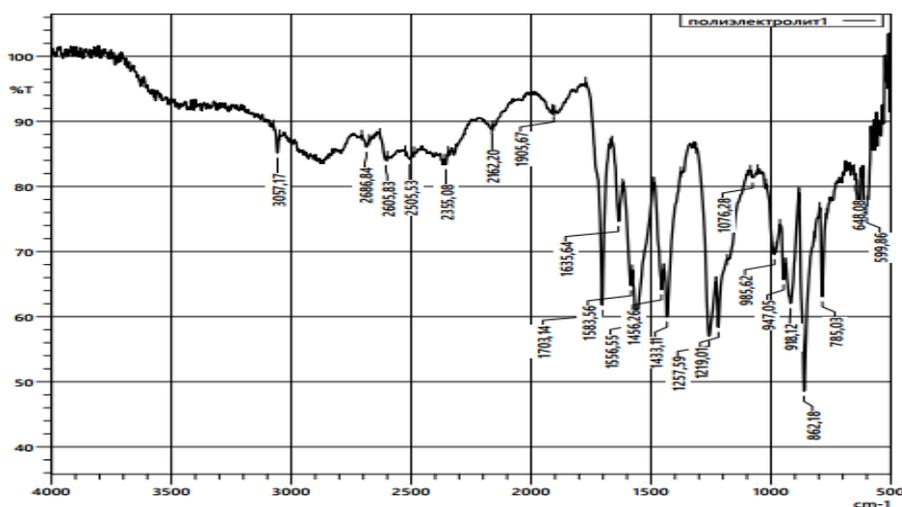
Диссертациянинг **“Полиэлектролит, модификацияланган фаол тўлдирувчи кремний оксиди, вулқонлаш тезлатгичлари синтези ва уларни тадқиқ қилиш”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектларини танлаш ва синтез жараёнлари, шу билан бирга синтез қилинган маҳсулотларнинг физик-кимёвий таҳлиллари, жумладан, ИҚ-спектроскопия, СЭМ, электроколориметрия ҳамда умумий физик-кимёвий усуллари келтирилган.

Юқори молекуляр массали полиэлектролитни синтез қилиб олиш учун акрил кислотадан 29,2 грамм, малеин ангидридан 10,4 грамм ва 37,2 грамм сув билан тиниқ бир хил масса бўлгунича аралаштирилади, шундан сўнг 0,02 грамм миқдорида натрий персульфат (инициатор) қўшиб 77°C ҳароратда сополимерланиш жараёни амалга оширилди. Сўнгра олинган юқори молекуляр массали сополимер натрий гидроксид билан ишлов берилади, бунда реакция механизми қуйидагича амалга ошади.



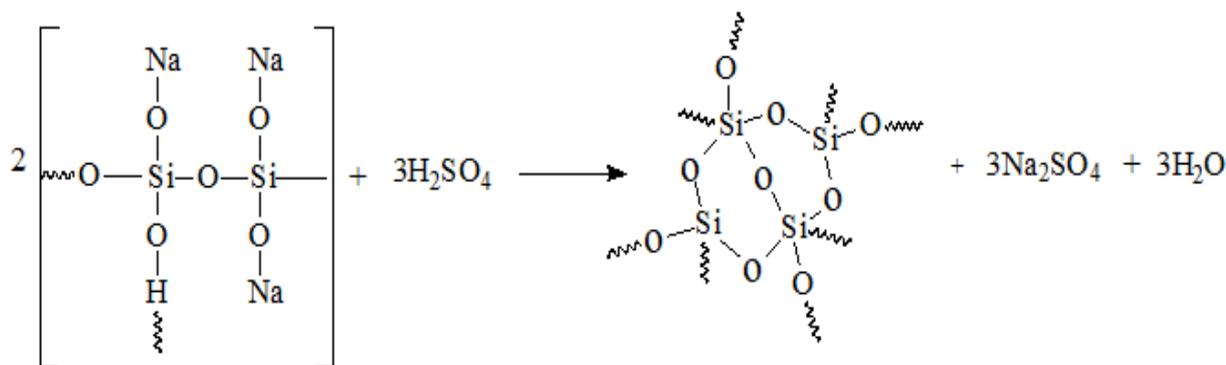
Синтез қилинган органик полиэлектролит сувда яхши эрийди. Ушбу полиэлектролит кремний оксидини олишда муҳим аҳамиятга эга, сабаби кремний оксидини олиш жараёнида масса гелсимон, яъни полисиликагел ҳолатига ўтиб кетиш ҳолатлари олдини олади ва молекуляр массаси паст бўлган кремний оксидини олиш имкониятини беради.

Акрил кислота ва малеин ангидрид асосида натрий персульфат инициатори ёрдамида синтез қилиб олинган юқори молекуляр массали органик полиэлектролитнинг инфрақизил спектрида қуйидаги ютилиш соҳалари кўринади: –С–Н– тегишлили ютилиш чўққиси 1433,11 см⁻¹ ва 3057,17 см⁻¹ соҳаларида намоён бўлди, 2162,20 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси –С–О– гуруҳига тегишли, 1456,26 см⁻¹ ва 2686,84 см⁻¹ соҳаларидаги ютилиш чўққилари –СН₂–гуруҳига тегишли. 1583,56 см⁻¹ ва 1556,55 см⁻¹ соҳаларидаги ютилиш чўққилари –С–С– гуруҳига тегишли. 1219,01 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси –COONa гуруҳига тегишли эканлиги аниқланди (1-расм).

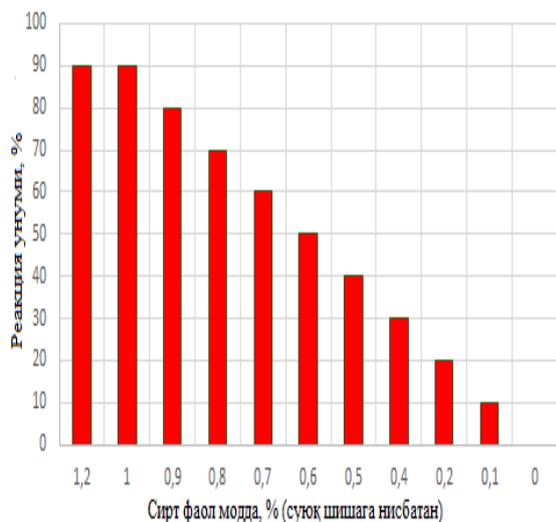


1-расм. Акрил кислотаси ва малеин ангидридини ўзаро 1:1 моль нисбатдаги реакцияси маҳсулотининг ИҚ-спектри

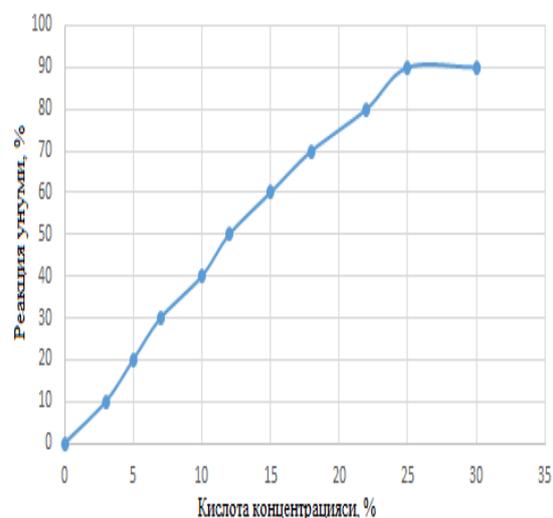
Бир босқичли чўктириш усули билан паст молекуляр массали кремний оксидини олиш учун юқори молекуляр массали органик полиэлектрولитдан фойдаланилган. Кремний оксиди синтезида 2 кг суюқ шиша (маҳаллий ишлаб чиқарувчи, ГОСТ 13078-81, силикат модули 1,8) фрезалаш типигади электромеханик аралаштиргич билан жиҳозланган зангламайдиған пўлатдан ясалған реакторда 8 литр сувда эритилди, аралаштиргич тезлиги частота конвертори томонидан бошқарилади. Суюқ шиша эриганидан сўнг реакцион масса шаффоф ҳолатга келади. Кейин реакторга 40 грамм миқдорида юқори молекуляр массали органик полиэлектрولитнинг 50% ли сувли эритмаси қуйилади ва 60 айл/дақ частотада 10 дақиқа давомида яхшилаб аралаштирилади. Суюқ шишага сувли муҳитда органик полиэлектрولит билан ишлов берилгандан сўнг, унга кучли ишқорий муҳитдан нейтрал ҳолга келгунча 93% сульфат кислота эритмаси таъсир эттирилди (аралаштиргич тезлиги 1200 айл/мин дан ортик). Натижада кремний оксидининг сувли суспензияси ва натрий сульфат тузи эритмаларининг аралашмаси ҳосил бўлади. Юқори молекуляр массали органик полиэлектрولит суюқ шишани нейтраллаш жараёнида поликремний кислотаси ҳосил бўлиб, молекуляр массасини ортиб кетишини олдини олади.



Синтез қилинган полиэлектрولит кремний оксиди синтези жараёнида суюқ шишадан сульфат кислота иштирокида қайтарилган кремний оксиди зарралари устида электростатик барьер ҳосил қилади, натижада ҳосил бўлган зарраларнинг ўзаро бир-бири билан бирикиб, тўпланиб кетиши, яъни коагуляциясининг олди олинади.



2-расм. Полиэлектрولит микдорининг реакция унумига таъсири

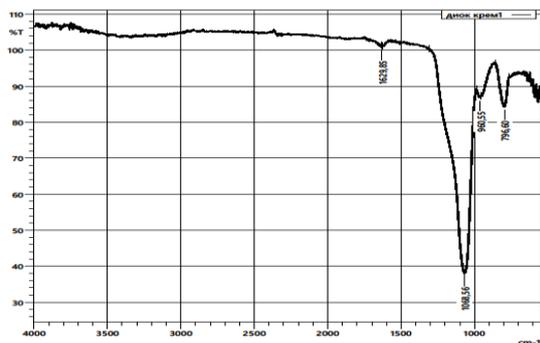


3-расм. Сульфат кислота концентрациясининг реакция унумига таъсири

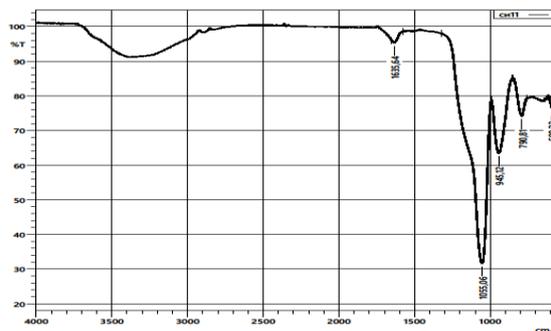
Бир босқичда модификациялаб кремний оксидини олишда, суюқ шиша массасига нисбатан 0,1% микдорда полиэлектрولитдан фойдаланилганда маҳсулот унуми 10% ташкил этди (2-расм). Синтез жараёнида энг юқори (90%) унумга эришиш учун фойдаланилган полиэлектрولитнинг микдори 1% ни ташкил қилмоқда, шунга асосан бир босқичда органик модификаторлар билан модификацияланган кремний оксидини синтез қилиш учун фойдаланиладиган органик полиэлектрولитнинг оптимал микдори 1% эканлиги аниқланди.

Бир қарра сульфат кислотали чўктириш усулида модификациялаб кремний оксидини олишда (3-расм) 5% ли сульфат кислота эритмасидан фойдаланилганда реакция унуми 10% ни намоеён қилди. Синтез жараёнида энг юқори (90%) унумга эришиш учун фойдаланилган сульфат кислота концентрацияси 25% ни ташкил қилмоқда, унга кўра бир босқичда органик модификаторлар билан модификацияланган кремний оксидини синтез қилиш учун фойдаланиладиган сульфат кислотаси эритмасининг оптимал концентрацияси 25% эканлиги аниқланди.

Бир қарра чўктириш усулида органик модификаторлар билан модификациялаб олинган кремний (IV) оксиди ва импорт қилиб олиб келинаётган кремний оксидларининг ИҚ-спектрлари таҳлили билан ўзаро солиштириб ўрганилди (4- ва 5-расм).



4-расм. Импорт қилиб олиб келинаётган кремний оксидининг ИҚ-спектри

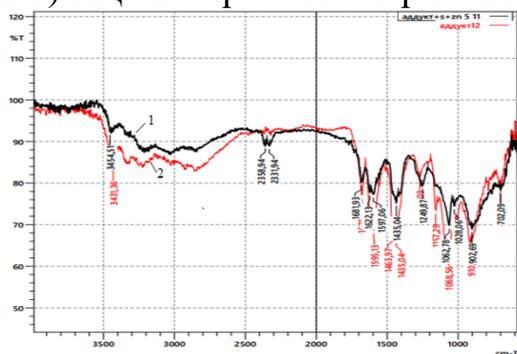


5-расм. Бир қарра чўктириш усулида синтез қилинган кремний (IV) оксидини ИҚ-спектри

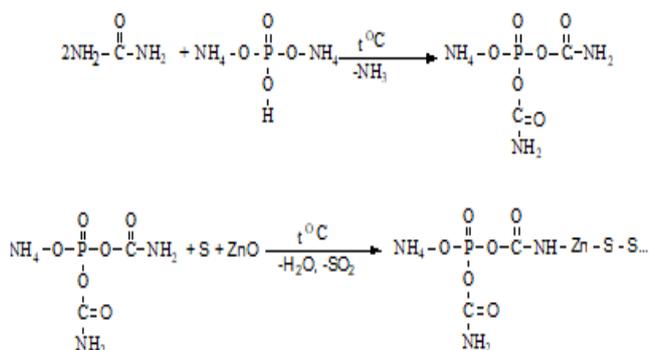
Бунда, маҳаллий хомашёлар асосида бир қарра чўктириш усули билан синтез қилиб олинган кремний (IV) оксидининг инфрақизил спектрида куйидаги ютилиш соҳалари кўринади: -Si-O- тегишлили ютилиш чўққиси 1055,06 см⁻¹ соҳасида намоён бўлмоқда, 1635,64 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси гидроксил (O-H, HO-H) гуруҳига тегишли, 945,12 см⁻¹ ва 3000-3500 см⁻¹ соҳаларидаги ютилиш чўққилари кремний (IV) оксидининг юза қисмидаги (Si-O)-OH гидроксил гуруҳига ва органик модификаторнинг гидроксил гуруҳига тегишли. 790,8 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси кислород-кремний-кислород (O-Si-O) гуруҳига тегишли эканлиги аниқланди.

Мочевина ва аммоний гидрофосфат асосида вулқонлаш тезлатгичи синтези. Вулқонлаш тезлатгичларини маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилиб олиш учун 120 грамм мочевинани 130-140 °С ҳароратда тиниқ эритма ҳолига келгунича тўлиқ эритиб олинди, сўнгра 132 грамм аммоний гидрофосфат тузи солиб аралаштирилди, бунда реакция 140-150 °С ҳароратда олиб борилди, ҳарорат таъсирида бир-бири билан тўлиқ реакция кетгунича доимий аралаштириб турилди ва мочевина асосидаги аддукт синтез қилиб олинди. Олинган аддуктни 130-140 °С ҳароратда эритиб олинди ва 5-10 грамм дан олтингугурт ҳамда рух оксиди солиб доимий аралаштириш орқали реакция давом эттирилди, натижада таркибида олтингугурт, азот, фосфор, рух сақлаган маҳаллий вулқонлаш тезлатгичи олинди.

Мочевина ва аммоний гидрофосфат асосидаги вулқонлаш тезлатгичини (BT) ИҚ-спектр натижалари олиниб таҳлил қилиб ўрганилди.



1-аддукт, олтингугурт, рух оксиди асосида олинган BT; 2-аддукт



6-расм. Синтез қилинган аддукт ва ундан синтез қилинган вулқонлаш тезлатгичининг ИҚ-спектри ва реакция механизми

Бунда, маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилиб олинган вулқонлаш тезлатгичини инфрақизил спектрида қуйидаги ютилиш соҳалари кўрилади: - CONHR тегишли ютилиш чўққиси 3454,5 см⁻¹ соҳасида намоён бўлмоқда, 2358,94 см⁻¹ ва 1681,93 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққилари –Zn–S– гуруҳига тегишли, 1622,13 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси –N–Zn– гуруҳига тегишли, 1435,04 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси –C–O– гуруҳига тегишли, 1062,78 см⁻¹ соҳасидаги ютилиш чўққиси P=O гуруҳига тегишли эканлиги адабиётлар асосида таҳлил қилинди.

Диссертациянинг **“Органик модификаторлар билан модификацияланган фаол тўлдирувчи кремний (IV) оксидининг тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси”** деб номланган учинчи бобида маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилинган, модификацияланган кремний (IV) оксиди резина қоришмаларида қўлланилганда, олинган резинанинг реологик хоссаларига таъсирлари таҳлил қилинган, шу билан бирга синтез қилинган вулқонлаш тезлатгичлари импортдан келадиган вулқонлаш тезлатгичи ўрнида қўлланилиб, олинган натижалар ўрганилган ва махсус стандартлар асосида таҳлил қилинган.

Маҳаллий хомашёлар асосида бир карра сульфат кислоталаи чўктириш усулида олинган кремний (IV) оксиди полиэтиленгликол (ПЭГ) модификатори билан модификацияланди, сўнгра ПЭГ билан модификацияланган кремний оксидининг физик-кимёвий таҳлиллари ўрганилди ва таҳлил натижалари 1-жадвалда келтирилди.

1-жадвал

Полиэтиленгликол модификатори билан модификацияланган кремний оксидининг физик-кимёвий таҳлил натижалари

№	Синов номлари	Кўрсаткичлар		Техник метод
		Талаб этилган техник норма	Амалда	
1	Юқори ҳароратдаги масса йўқотилиши 1000°C, % ≤	7.0	5	ISO-3262-19
2	pH қиймати 5 %ли эритмадаги	5.5-8	8.0	ISO 787-9
3	105°C ҳароратдаги масса юқотилиши, %	4.0-8.0	5.2	ISO 787-2
4	Сувда эрувчан моддаларнинг масса улуши, % ≤	2	1.7	ISO-787-8

Полиэтиленгликол модификатори билан модификацияланган кремний оксидининг физик-кимёвий таҳлили натижаларининг техник талабларга мувофиқлигини амалда олинган натижа билан изоҳлаш мумкин.

Юқоридаги физик-кимёвий синов ишларидан сўнг полиэтиленгликол модификатори билан модификациялаб олинган кремний оксидини фаол тўлдирувчилик хусусиятини ва резина қоришмаларининг физик-механик хоссаларига таъсирини аниқлаш мақсадида НТ168 маркали резина қоришмасининг рецептурасига асосан резина қоришмалари тайёрлаб олинди ва синов-тажриба ишлари ўтказилиб, қуйидаги 2-жадвалда келтирилди.

НТ168 маркали резина қоришмасининг физик-механик синов натижалари

№	Ўтказилган синов-тажриба ишларининг номлари	Стандарт техник кўрсаткичлар	Амалда
1	Вулқонланиш кинетикаси (185°C*мин.) (Реометр синови, вулқонланиш жараёни)	T30/s	48-66
		T60/s	62-84
		ML/dN·m	1,9-3,2
		MH/dN·m	8,0-15,0
2	Қовушқоқлиги ML(1+4)100°C	60-86	76.5
3	Вулқонлаш даври t5 (127°C)	12-24	15.51
4	Қаттиқлик даражаси (180°C*6мин.)	59-66	63
5	Зичлик 23°C (180°C*6 мин.)	1,168-1,188	1.178
6	Чўзилишдаги нисбий узулиш % ≥	350	382
7	Узилиш-чўзилишдаги мустақамлик ≥Mра	13	14
8	Эластиклик модули	M100% ≥	1,5
		M300% ≥	7

Бир босқичда синтез қилинган ва полиэтиленгликол модификатори билан модификацияланган фаол кремний оксиди асосида олинган НТ168 маркали резина қоришмасининг физик-механик кўрсаткичлари талаб этилган стандартларга мувофиқ келганлигини юқоридаги 2-жадвалдан кўриш мумкин.

Бир вақтнинг ўзида импорт қилинган кремний оксиди ва фтал ангидрид модификатори билан модификацияланган кремний оксидларидан стандарт рецептура асосида 301-L маркали резина қоришмалари тайёрлаб олиниб валъц жихозидан резина қоришмалари лист кўринишида чиқариб олинди ва кейин резина қоришмалари хона ҳароратида 4-8 соат тиндирилди. Шундан сўнг импортдан келтирилган ва маҳаллий кремний оксидлари асосида тайёрлаб олинган 301-L маркали резина қоришмасининг вулқонлаш жараёни кинетикаси синовлари ўтказилди, натижалар таққосланиб 3-жадвалда келтирилди.

301-L маркали резина қоришмасининг вулқонлаш жараёни кинетикаси

№	Синов номи	Талаб этилган техник норма	Импорт орқали келтирилган кремний (IV) оксиди асосида олинган резина қоришмаси	Маҳаллий кремний (IV) оксиди асосида олинган резина қоришмаси
1	Вулканланиш жараёни, 180°C*4 мин			
	T10/s	38-75	65,06	53,72
	T90/s	80-160	147,41	149,39
	ML/dNm	0,6-2	1,13	1,21
	MH/dNm	4,5-12,3	8,12	7,74

Фтал ангидриди билан модификацияланган кремний (IV) оксиди асосида олинган резина қоришмасининг техник кўрсаткичлари талаб этилган техник нормаларга мувофиқлиги аниқланди.

Бир қарра чўктириш усулида ва органик модификаторлар билан модификациялаб олинган кремний (IV) оксидидан лаборатория шароитида

201, 301-L, 301-T3, 301-T1 маркали резина қоришмалари стандарт рецептурага асосан тайёрлаб олиниб, синов-тажриба жараёнлари ўтказилди, натижалар эса қуйидаги 4-жадвалда келтирилди.

4-жадвал

201, 301-T1, 301-L, 301-T3 маркали резина қоришмаларининг физик-механик синов натижалари

№	Резина қоришмаларининг номланиши	Вулқонлаш кинетикаси T-180°C, t-4 мин			
		ML dNm	MH dNm	T10/s	T90/s
1	201 маркали резина қоришмасининг стандарт техник кўрсаткичлари	3,5	25	77	205
		2,0	20,14	60	170
		1,0	14	43	135
	Амалда	1,79	20,36	53,82	177,95
2	301-T1 маркали резина қоришмасининг стандарт техник кўрсаткичлари	2,5	17,2	72	150
		1,8	13,8	55	115
		1	10,4	38	80
	Амалда	1,01	11,75	57,89	118,55
3	301-L маркали резина қоришмасининг стандарт техник кўрсаткичлари	2	12,3	75	160
		1,3	8,4	57	120
		0,6	4,5	38	80
	Амалда	1,34	10,33	51,54	130,27
4	301-T3 маркали резина қоришмасининг стандарт техник кўрсаткичлари	2,9	11	64	245
		2,3	8,7	49	207
		1,4	6,3	34	165
	Амалда	1,81	10,73	48,05	201,58

Физик-механик кўрсаткичларини солиштириш мақсадида импортдан олиб келтирилган вулқонлаш тезлатгичи N-трет-бутил-2-бензотиазолсулфенамид (TBBS) ва маҳаллий вулқонлаш тезлатгичларидан резина қоришмалари тайёрланди. Уларнинг физик-механик кўрсаткичлари таққослашлар келтирилди.

5-жадвал

Импорт қилинган ва маҳаллий вулқонлаш тезлатгичлари асосида олинган резина қоришмаларининг физик-механик кўрсаткичлари

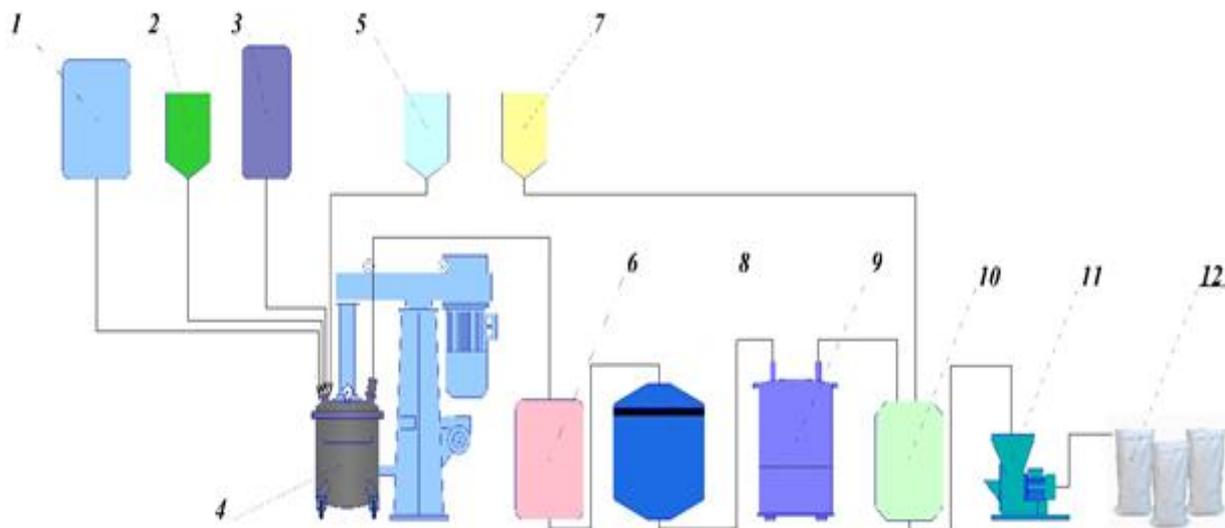
№	Синов номлари	Эталон-1	МВТ-10	МВТ-15	
1	Вулканланиш жараёни 185°C да 3 минутда				
	T30/	38,63	34,26	3,55	
	T60/s	49,33	55,19	51,03	
	ML/dN·m	2,84	2,66	2,70	
	MH/dN·m	15,98	14,91	15,84	
2	Муни бўйича қовушқоқлиги (1+4) 100°C	94,54	103,44	101,95	
3	Муни бўйича вулканланиш даври скорч T5 (127°C)	23	23,43	23,21	
4	Шарти чўзилишдаги мустаҳкамлик, ≥МПа	13	13,35	14,36	
5	Нисбий узайиш, ≥%	384	394,15	398,89	
6	Қаттиқлик (Шору А)	67	58	59	
7	Эластиклик модули, МПа	100%	1,21	1,317	1,508
		300%	8,41	8,74	9,66

Олинган резина қоришмаларининг барча синов тажриба натижалари 6-жадвалда келтирилди ва олинган намуналар қуйидагича: Эталон-1, МВТ-10, МВТ-15 номланган.

Юқоридаги синов тажриба натижалари шуни кўрсатдики, маҳаллий вулконлаш тезлатгичлари ва модификацияланган кремний оксиди асосида олинган резина қоришмаларининг физик-механик кўрсаткичлари импорт қилиб олиб келинган N-трет-бутил-2-бензотиазолсулфенамид тезлатгичи иштирокида олинган резина қоришмаларининг кўрсаткичлари билан ўзаро солиштирилганда, натижалар бир-бирига тенг эканлиги аниқланди.

Диссертациянинг **“Резина қоришмалари учун модификацияланган фаол кремний оксиди ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий самарадорлиги ва технологик схемаси”** деб номланган тўртинчи бобида, маҳаллий хомашёлардан модификацияланган кремний оксиди синтез қилиш ва модификациялаш жараёнлари, ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни ёритилган ҳамда иқтисодий самарадорлик ҳисоблаб, батафсил ифодаланган.

Маҳаллий кремний оксиди учун тавсия этилган технологик схеманинг ўзига хос хусусияти ва устунлиги шундаки, технологик жараённинг самарали ва содда усулда амалга оширилганлиги, реакторни стандарт материаллардан ишлаб чиқариш қулайлиги, технологик жараённинг соддалиги. Кремний оксиди олиш, хомашёларни бирин-кетин аралаштириш усулида ва технологияларни янада соддалашган тартибда олиб борилди. Ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 7-расмда келтирилди.



1 – сув учун сигим; 2 – сульфат кислота учун сигим; 3 – суюқ шиша учун сигим; 4 – совутиш қатламли реактор; 5 – полиэлектролит учун сигим; 6 – тиндириш учун сигим; 7 – модификатор учун сигим; 8 – центрифуга; 9 – қуришиш шкафи; 10 – модификациялаш қурилмаси; 11 – дезинтиргатор; 12 – тайёр маҳсулот

7-расм. Органик модификаторлар билан модификацияланган кремний оксиди ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси.

Маҳаллий органик модификаторлар билан модификацияланган кремний оксидини олиш учун (7-расм) рецепт бўйича 1, 3 дозаторлардан сув ва суюқ шиша керакли микдорда ўлчаниб, 4-юқори айланиш тезлигига эга диссольтвер

типидаги реакторда қуйилиб, аралаштириш давомида 5-сифимдан органик полиэлектрولит солиниб, суюқ шиша билан бир хил тиниқ эритма ҳолатига келгунича аралаштирилади, бундан кўзланган асосий мақсад, реакцион аралашмада ҳосил бўлаётган кремний оксидини молекуляр массаси ортиб гелсимон, полисиликат ҳолатига ўтиб кетиш олдини олишдан иборат. Сўнгра 2-сифимдан сульфат кислота солинади, бунда жараён иссиқлик ажралиши билан боради, яъни экзотермик реакция бўлганлиги ва ҳарорат таъсирида кремний оксидлари бир-бири билан бирикиб молекуляр масса ўсиб кетмаслиги учун совуқ сув билан совитиладиган механизмли реакторда олиб борилади. Кейин суюқлик тиндириш учун 6-сифимга юборилади, сув билан бир неча бор ювилади, сўнгра хомашё 8-центрифугадан ўтказиб, ортиқча сувдан тозаланилади, сўнгра 9-қуритиш шкафида босқичма-босқич қуритилади, ҳамда термик ишлов берилади, шундан сўнг 10-модификациялаш қурилмасига 7-сифимдан модификатор солиниб модификациялаб олинади, модификацияланган кремний оксиди 11-дезинтиргаторда юқори дисперслик даражасига келгунуча майдаланади. Тайёр махсулот қадоқланиб 12-омборга ўтказилади.

6-жадвал

1 тонна модификацияланган кремний оксидини ишлаб чиқариш учун хомашёлар нархи

№	Хомашёлар номи	Хомашёлар нархи 1 кг учун, сўм	1 тонна кремний оксиди ишлаб чиқариш учун талаб этилаётган хомашёлар миқдори, кг	1 тонна кремний оксиди ишлаб чиқариш учун талаб этилаётган хомашёлар нархи
1	Натрий силикат (суюқ шиша)	1700	4000	6800000
2	Полиэлектрولит	60000	24	1440000
5	Сульфат кислота	1000	1000	1000000
4	Модификатор	20000	68	1360000
Жами				10600000

6-жадвалда 1 тонна кремний оксидини ишлаб чиқариш учун дастлабки хомашёлар нархлари **10 600 000** сўм эканлиги ҳисобланди.

7-жадвал

1 тонна модификациялаб олинган кремний оксидининг таннархи

№	Номланиши	Нархи, сўм
1	Ишчилар маоши	1600000
2	Ягона ижтимоий тўлов 25%	400000
3	Хомашё нархи	10600000
4	Кўшимча ҳаражатлар	1000000
5	Кўзда тутилмаган ҳаражатлар	500000
6	Фойда	1410000
Жами		15510000
7	Солиқ 15%	1861200
Умумий		17371200

Юқоридаги 7-жадвалда модификацияланган кремний оксидини ишлаб чиқариш учун барча харажатлар, ишлаб чиқариш жараёнларини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланиб, тайёр маҳсулотнинг 1 тоннаси учун қиймат **17371200** сўмга тенг эканлиги ҳисоблаб топилди. Демак 1 кг модификацияланган кремний оксидининг нархи 17371,2 сўмга тенг.

8-жадвал

Модификацияланган кремний оксиди таннархини импорт қилинаётган шу турдаги кремний оксидининг таннархи билан солиштирилган жадвали

№	Номи	Ўлчов бирлиги	Импорт қилиб олиб қилинаётган хомашё нархи	Маҳаллий хомашё нархи	Фарқ, сўм
			1 кг маҳсулот нархи, сўм	1 кг маҳсулот нархи, сўм	
1	Кремний оксиди	кг	22000	17371,200	4628,8

Синтез қилиб модификацияланган кремний оксидини импорт ўрнини босувчи кремний оксиди сифатида қўллашнинг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш формуласи қуйдагича келтирилади:

$$\mathcal{E}_{\text{эфф}} = (Q_{\text{имп}} - Q_{\text{син}}) \cdot C$$

Бу ерда: $Q_{\text{имп}}$ – 1 тонна импорт қилинадиган кремний оксидининг таннархи ўзбек сўмида

$Q_{\text{син}}$ – 1 тонна синтез қилинадиган кремний оксидининг таннархи ўзбек сўмида

C – резина саноатининг кремний тўрт оксидга бўлган талабини ҳисобга олган ҳолда, керакли кремний оксидининг ҳажми, тонна

$$\mathcal{E}_{\text{эфф}} = (22000000 - 17371200) \cdot 1500 = 6943200000 \text{ сўм}$$

Шундай қилиб, синтез қилинган кремний оксидини ишлаб чиқаришда кутилаётган иқтисодий самара, фойда кўринишида 6 943 200 000 сўм ёки АҚШ долларида ҳисобланса, айти кундаги доллар курси Ўзбекистонда 1 АҚШ доллари=11300 сўм бўлиб, $6\,943\,200\,000 / 11300 = 614442$ доллар (транспорт харажатларини ҳисобга олмаган ҳолда), демак йилига 614442 доллар иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин.

Резина қоришмалари учун модификацияланган фаол тўлдирувчилар ва вулконлаш тезлатгичларини олиш технологияси асосида ишлаб чиқарилган янги органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксидини қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида: кремний (IV) оксиди “Birinchі rezinotexnika zavodi” МЧЖ да резина қоришмалари олишда амалиётга жорий қилинган, (“Birinchі rezinotexnika zavodi” МЧЖ нинг 2023 йил 14 декабрдаги 07-1799-сон ва 2023-йил 09-февралдаги 07-11/3-179-сон маълумотномалари.) Натижада, юқори сифатли кремний оксиди импорт ўрнини босувчи маҳаллий маҳсулот сифатида қўллаш имконини берган, шу билан бирга ишлаб чиқариладиган маҳсулотлар тан нархини пасайтиришга олиб келган.

ХУЛОСА

1. Резина қоришмаларида фаол тўлдирувчи сифатида фойдаланиладиган юқори дисперсли кремний (IV) оксидини, бир босқичда олиш учун поликарбонат асосли полиэлектродит синтез қилинган.

2. Бир ва икки босқичда, махсус поликарбонат асосли полиэлектродит ёрдамида ва натрий силикат (суяқ шиша), сульфат кислота, кальций тузлари иштирокида кремний (IV) оксиди олиниб, органик модификаторлар билан модификацияланган.

3. Полиэлектродит иштирокида, бир босқичда олинган кремний (IV) оксиди иштирокида НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л ва 301-Т3 маркали стандарт резина қоришмалари олинганда, резинанинг хоссалари стандарт техник кўрсаткичларга мос эканлиги аниқланиб, ушбу маркали резина қоришмаларида қўллаш тавсия қилинди.

4. Маҳаллий хомашёлар асосида вулконлаш тезлаткичлари олиниб, резина қоришмаларида фойдаланилган ҳамда ушбу маҳаллий вулконлаш тезлаткичлари импорт қилинаётган N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамид тезлаткичи ўрнида қўллаш орқали резина қоришмаларининг физик-механик хоссалари юқори бўлган махсулот олинган. Шу билан бирга олинган вулконлаш тезлаткичининг 1 тоннаси учун иқтисодий самарадорлик 7,317 млн. сўм бўлиши ҳисобланган.

5. Бир босқичда полиэлектродит иштирокида суяқ шишадан модификацияланган кремний (IV) оксиди олиш технологияси ишлаб чиқилган ҳамда иқтисодий самарадорлик, ҳар бир тонна кремний оксиди учун 4,628 млн. сўм бўлиши ҳисоблаб чиқилган.

6. Органик модификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксиди, физик-кимёвий хоссаларига кўра импорт қилинадиган кремний (IV) оксидидан қолишмаслиги, шу билан бирга иқтисодий самарадор эканлиги туфайли «Birinchі rezinotexnika zavodi» МЧЖнинг конвейер тасмалари ишлаб чиқаришда амалиётга жорий қилинган.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

БОЗОРОВ АХРОР ТУРАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ АКТИВНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И
УСКОРИТЕЛЕЙ ВУЛКАНИЗАЦИИ ДЛЯ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ**

02.00.14 – Технология органических веществ и материалы на их основе

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

Ташкент-2023

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Во всем мире модифицированные органическими модификаторами оксид кремния (IV) и ускорители вулканизации, используются в резинотехнической промышленности, в производстве автомобильных шин и пластмасс, в химической промышленности, в цветной металлургии, в машиностроении, в фармацевтической и пищевой промышленности. Еще, модифицированный оксид кремния (IV) и ускорители вулканизации имеют большое значение при повышении физико-механических свойств резинотехнических и пластмассовых изделий, а также при получении устойчивых к свету и теплу лакокрасочных материалов с высокой химической стойкостью.

Сегодня в мире проводятся научные исследования по переработке, модификации и эффективному использованию полиэлектrolитов с целью улучшения свойств оксида кремния. В связи с этим особое внимание уделяется упрощению процесса синтеза модифицированного оксида кремния (IV) и разработке безопасных методов, получению и расширению областей применения новых видов оксида кремния с высокой дисперсностью, способного улучшать прочность и физико-механические свойства резиновых смесей.

В нашей республике проводятся масштабные мероприятия по производству высококачественных резинотехнических изделий, научно-практические работы, создаются новые производственные мощности, направленные на обеспечение спроса. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи, направленные на развитие производственных отраслей, модернизацию и диверсификацию промышленности, применение на практике малозатратных и энергосберегающих методов, обеспечение устойчивости национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте. В связи с этим большое значение приобретают научные исследования по производству резинотехнических изделий, полимерных продуктов, лакокрасочных материалов на основе модифицированного органическими модификаторами оксида кремния (IV) и ускорителей вулканизации.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации Постановления Президента Республики Узбекистан от 6 июля 2022 года № ПП-307 приложение № 3 «Разработка технологии получения оксида кремния (IV) на основе местного сырья»¹ указанных в Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан направленное на «Освоение производства совершенно новых видов продукции и технологий, обеспечение на этой основе выпуска конкурентоспособной отечественной продукции на внешнем и внутреннем рынке», а также для поставленных задач в других нормативных правовых актах, связанных с этой деятельностью.

¹ Постановление Президента Республики Узбекистан от 6 июля 2022 года № ПП-307 «Об организационных мерах по реализации Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2023 годы».

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий Республики Узбекистан – VII «Химическая технология и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В области по получению модифицированного оксида кремния (IV) и разработке синтеза ускорителей вулканизации проводили научные исследования зарубежные ученые такие как: Кутищева Е.С., Вавилов В.В., Габдуллин А.Н., Селяев В.П., Бочевская Е.Г., Салимжанова М.Н., Казанцова В.А., Наседкин В.В., Шабанова Н.А., Черевина Т.М., Деревянко В.В., Рахман И.А., Гао Х., Скачкова В.К., Власов В. А., Космачев П.В., Ненашева Д.Р., Мельников Б.И. и другие.

В нашей республике также проведены ряд научно-исследовательских работ по получению ингредиентов, используемых в резиновой промышленности, изучению процессов синтеза и оптимальных условий их применения, влиянию этих ингредиентов на различные свойства резиновых смесей и резинотехнических изделий. В этой области проводят научные исследования наши отечественные ученые Ибодуллаев А.С., Джалилов А.Т., Тешабаева Э.А., Нигматов С.С., Юлдашов Д.Я., Аминов Ш.С., Юсуфбеков А.Х., Нуркулов Ф.Н. и др. Их исследования основаны на получении различных ингредиентов для резиновых композиций и изучении механизмов действия на резиновые композиции.

В настоящее время проводятся научные исследования по расширению новых видов, недорогих, модифицированных оксидов кремния (IV) и ускорителей вулканизации на основе местного сырья, созданию эффективных технологий производства.

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

Диссертационное исследование выполнено по плану научно-исследовательских работ Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии в рамках практического проекта № А12-003 по теме: «Разработка технологии производства кремнийсодержащих полимеров и органических красок» (2019-2021 годы)

Целью исследования является разработка технологии получения модифицированных активных наполнителей и ускорителей вулканизации для резиновых смесей.

Задачи исследования:

синтез полиэлектролита на основе поликарбоксилата для одностадийного получения модифицированного оксида кремния (IV) в качестве активного наполнителя резиновых смесей, изучение его влияния на свойства конечных продуктов;

получение оксида кремния (IV) в одностадийном и двухстадийном порядке с использованием специальных полиэлектролитов на основе поликарбоксилатов, силиката натрия (жидкого стекла), серной кислоты, солей

кальция, модифицирование полученного оксида кремния (IV) органическими модификаторами;

в присутствии специального полиэлектролита использование одностадийно полученного оксида кремния (IV) в стандартных резиновых смесях марок НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л и 301-Т3, корректировка свойств резин на основе специального полиэлектролита к стандартным техническим индикаторам;

использование полученного оксида кремния (IV) в качестве активного наполнителя резиновых смесей при производстве конвейерных лент;

получение ускорителей вулканизации на основе местного сырья и использование их вместо импортируемых N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамидов, резиновых смесей и изучение физико-механических свойств полученных резин;

разработка и внедрение на практику технологии одностадийного получения высокодисперсного оксида кремния (IV) и модификации органическими модификаторами.

Объектами исследования являются полиэлектролиты, органические модификаторы, акриловая кислота, малеиновый ангидрид, каучуки, пластификаторы, наполнители, ускорители, силикат натрия (жидкое стекло), серная кислота, соляная кислота, ортофосфорная кислота, хлорид кальция, нитрат кальция, мочевины, гидроксид аммония, сера, оксид цинка.

Предметом исследования является получение оксида кремния (IV) с помощью органических модификаторов, специальных органических полиэлектролитов, силиката натрия (жидкого стекла), серной и соляной кислоты, солей кальция, добавления к резиновым смесям ускорителей вулканизации на основе оксида кремния (IV) модифицированного органическими модификаторами, мочевины, гидроксида аммония, ортофосфорной кислоты, оксидов серы и цинка, изучение их химических, физико-механических свойств, применение их в резинотехнической промышленности.

Методы исследования. В данной диссертационной работе для исследования строения и свойств полученных продуктов использовались современные физико-химические и физико-механические методы анализа, в том числе сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), элементный анализ, ИК-спектроскопия, термогравиметрия (ТГ), дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК) и другие.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

разработан новый эффективный метод получения высокодисперсного оксида кремния (IV) для резиновых смесей на основе органического полиэлектролита и силиката натрия и определено его соответствие стандартам ISO 3262-19, ISO 787-9, ISO 782-2, ISO 787-8, ISO 37.

доказано, что одностадийно полученный оксид кремния (IV) улучшает физико-механические и реологические свойства резин при использовании в модификации резиновых смесей.

синтезирован новый вид ускорителей вулканизации резиновых смесей на основе сера-, азот-, фосфорсодержащих соединений, полученные ускорители использованы вместо импортных ускорителей, доказана возможность их использования в процессе вулканизации резиновых смесей.

разработаны экономически эффективные технологии получения, модифицированного органическими модификаторами, высокодисперсного оксида кремния (IV) и ускорителей вулканизации на основе местного сырья.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

с помощью применения одностадийно полученного оксида кремния (IV) на основе органического полиэлектrolита, получены стандартные резиновые смеси марок НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л и 301-Т3, и свойства, полученных резин, признаны соответствующими стандартным техническим условиям;

определена высокая эффективность использования, в качестве активного наполнителя резиновых смесей, оксида кремния (IV), модифицированного органическими модификаторами, при производстве конвейерных лент;

получены ускорители вулканизации, на основе местного сырья, и были применены для резиновых смесей; полученные ускорители вулканизации использовались вместо импортируемого N-трет-бутил-2-бензотиазол-сульфенамида и изучено их влияние на физико-механические свойства резиновых смесей;

разработана экономически эффективная технология одностадийного получения оксида кремния (IV) поликарбоксилатным полиэлектrolитом и модификация его органическими модификаторами.

Достоверность результатов исследований. Выводы и рекомендации, основанные на идентификации полученных материалов, подтверждаются применением высокоинформативных, современных, физико-химических методов анализа (строение и свойства синтезированных соединений определяли в результате применения современных физико-химических методов анализа, таких как термогравиметрический, дифференциально-термический (дериватограф LABSYS EVO STA), сканирующей электронной микроскопии, элементного анализа, ИК-спектроскопии (IRTracer-100), сбалансированностью результатов экспериментальных и теоретических исследований и реализацией разработок на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований объясняется получением оксида кремния (IV) с использованием органических полиэлектrolитов, силиката натрия (жидкого стекла), сульфата, соляной кислоты, солей кальция и органических модификаторов, а также определением их структуры и свойств, а также созданием научных основ экономически эффективной технологии производства.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что оксид кремния (IV), модифицированный органическими модификаторами и ускорители вулканизации, применяются в резинотехнической промышленности, в производстве автомобильных, сельскохозяйственных шин и конвейерных лент, для улучшения их физико-механических свойств, также повышая срок их службы.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов, полученных при разработке технологии получения, модифицированного органическими модификаторами оксида кремния (IV):

Синтезированный активным наполнителем модифицированный оксид кремния (IV) в качестве сырья испытан в опытно-испытательной лаборатории ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi» (Справка № 07-1799 от 14 декабря 2022 года, ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi»). В результате, на предприятии получена возможность использования импортозамещающего местного сырья.

Сырьё на основе полиэлектrolита и модифицированного активного наполнителя оксида кремния (IV) успешно внедрено на практику в цехе производства конвейерных лент предприятия ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi». (Справка № 07-11/3-179 от 9 февраля 2023 года, ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi»). В результате удалось снизить себестоимость получаемых резинотехнических изделий.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 11 конференциях, в том числе на 6 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе: 6 научных статей, из которых 3 статьи в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

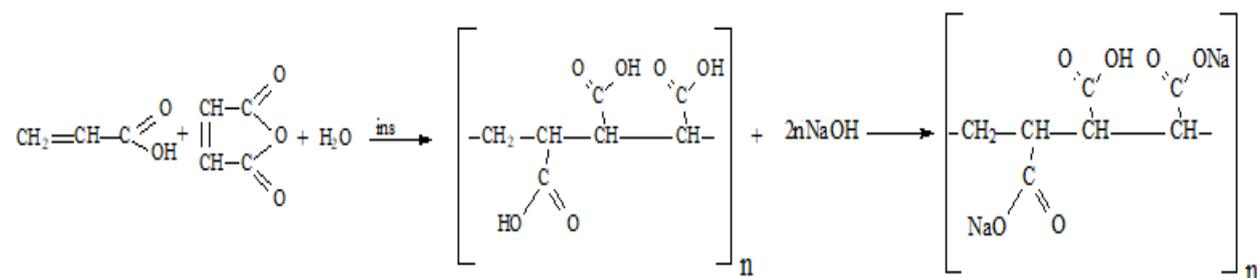
Во введении обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, указываются приоритеты развития науки и техники, указываются научная новизна и практические результаты исследования. Изложена и разъяснена научная и практическая значимость результатов, сведения о введении, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации на тему «**Свойства, синтез, применение и возможности получения модифицированного органическими модификаторами оксида кремния (IV)**», описано производство и использование полиэлектrolита, влияние и значение модификаторов на

свойства оксида кремния (IV), производство и свойства модифицированных оксидов кремния (IV), применение их в различных направлениях промышленности, в том числе в производстве резинотехнических изделий, также синтез ускорителей вулканизации и их свойства и примеры, близкие к выбранной исследователем, освещены в обзоре литературы. Проанализирована и обоснована выбранная тема научной работы, на основе проведенных научных работ известных ученых и опубликованных авторитетных статей, патентов.

Во второй главе диссертации под названием «Синтез и исследование полиэлектролита, модифицированного активным наполнителем оксида кремния (IV), ускорителей вулканизации» обосновывается выбор объектов исследования и процессов синтеза, а также физико-химические анализы синтезированных продуктов, ИК-спектроскопия, в том числе представлены СЭМ, электроколориметрия и общие физико-химические методы.

Для синтеза высокомолекулярного полиэлектролита смешивают 29,2 гр. акриловой кислоты, 10,4 гр. малеинового ангидрида и 37,2 гр. воды до получения однородной массы. Далее добавляют 0,02 гр. персульфата натрия (инициатор) при температуре 77 °С для сополимеризации. Затем полученный высокомолекулярный сополимер обрабатывают гидроксидом натрия, механизм реакции следующий:



Синтезированный органический полиэлектролит хорошо растворим в воде. Этот полиэлектролит важен в производстве оксида кремния, так как предотвращает быстрый переход в состояние геля, т. е. полисиликагеля промежуточных соединений при синтезе оксида кремния, и дает возможность получать оксид кремния с низкой молекулярной массой.

На ИК-спектре высокомолекулярного органического полиэлектролита, синтезированного на основе акриловой кислоты и малеинового ангидрида с помощью персульфата натрия в качестве инициатора, видны следующие области поглощения: пик поглощения, соответствующий группе –С–Н–, наблюдаются в областях 1433,11 см⁻¹ и 3057,17 см⁻¹, пик поглощения в области 2162,20 см⁻¹ относится к группе –S–O–, пики поглощения в областях 1456,26 см⁻¹ и 2686,84 см⁻¹ принадлежат группе –CH₂–. Пики поглощения в областях 1583,56 см⁻¹ и 1556,55 см⁻¹ относятся к группе –C–C–. На основании анализа литературы установлено, что пик поглощения в области 1219,01 см⁻¹ относится к группе –COONa.

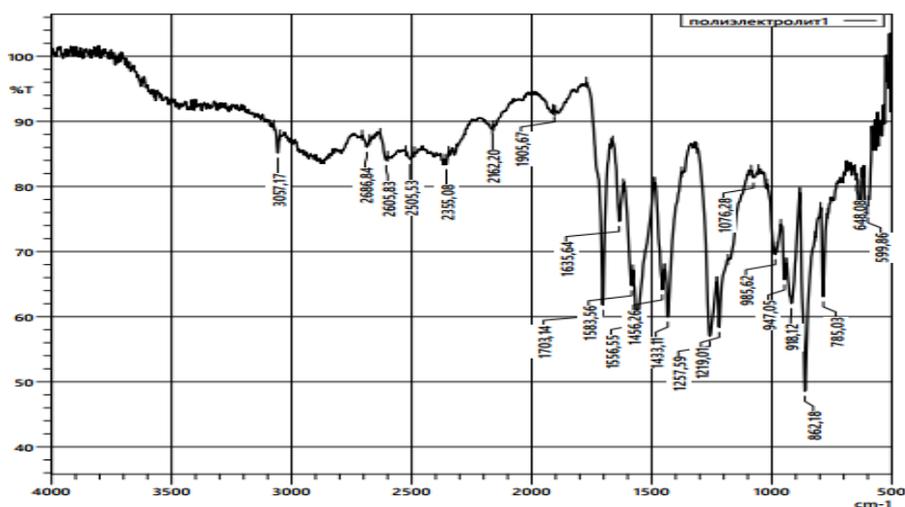
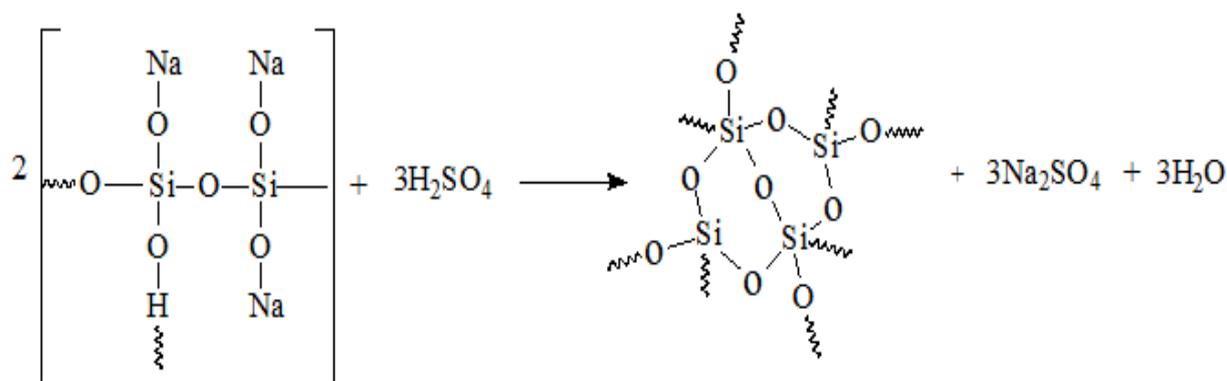


Рисунок 1. ИК-спектр продукта реакции акриловой кислоты и малеинового ангидрида при мольном соотношении 1:1

Высокомолекулярный органический полиэлектролит был использован для получения низкомолекулярного оксида кремния методом одностадийного осаждения. При синтезе оксида кремния 2 кг жидкого стекла (местный производитель, ГОСТ 13078-81, силикатный модуль-1,8) растворяли 8-ми литрами воды в реакторе из нержавеющей стали, снабженном электромеханической мешалкой фрезерного типа, скорость мешалки регулируется частотным преобразователем. После растворения жидкого стекла реакционная масса становится прозрачной. Затем в реактор заливают 40 гр. 50%-ного водного раствора высокомолекулярного органического полиэлектролита на основе поликарбоксилата и тщательно перемешивают со скоростью 60 об/мин в течение 10 минут. После обработки жидкого стекла органическим полиэлектролитом в водной среде добавляли 93%-ный раствор серной кислоты до нейтрализации (скорость перемешивания более 1200 об/мин). В результате образуется смесь растворов водной суспензии оксида кремния и солей сульфата натрия. Высокомолекулярный органический полиэлектролит способствует извлечению оксида кремния из раствора жидкого стекла, а в процессе нейтрализации жидкого стекла образует поликремниевую кислоту, препятствуя увеличению молекулярной массы.



Синтезированный полиэлектролит создает электростатический барьер на частицах оксида кремния, отталкивающих от жидкого стекла в присутствии серной кислоты в процессе синтеза оксида кремния, и в результате предотвращается слипание и накопление образующихся частиц, т. е. их коагуляция.

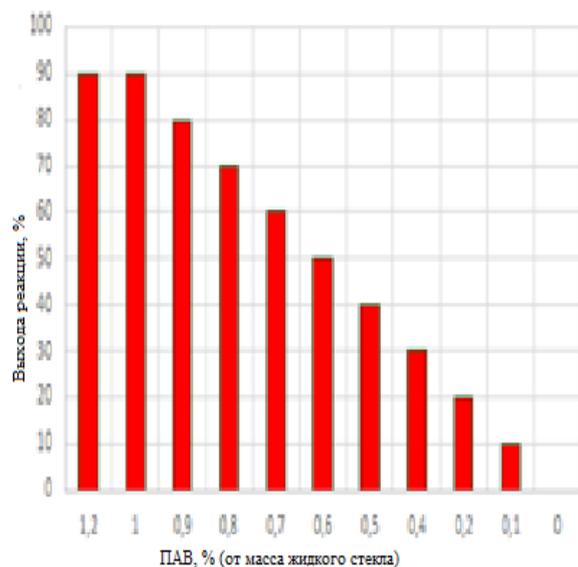


Рисунок 2. Влияние количества полиэлектролита на выход реакции

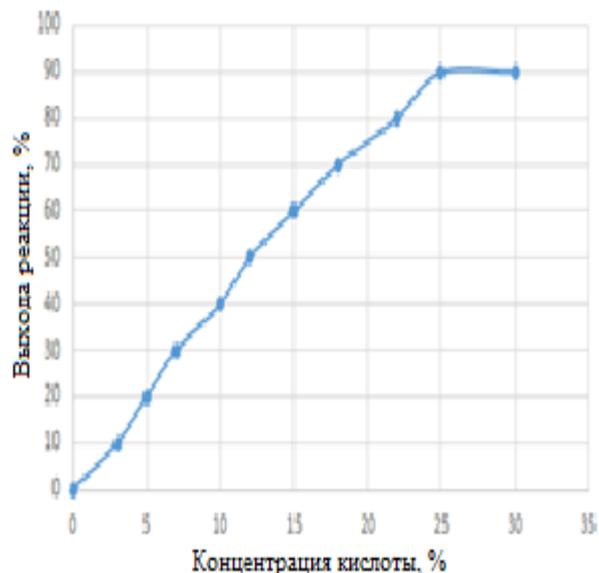


Рисунок 3. Влияние концентрации серной кислоты на выход реакции

При одностадийном получении модифицированного оксида кремния (рис. 2) при использовании полиэлектролита в количестве 0,1 % по отношению к массе жидкого стекла выход продукта составил 10 %. Количество полиэлектролита, используемого для достижения наибольшего выхода (90 %) в процессе синтеза, составляет 1 %, поэтому оптимальное количество органического полиэлектролита, используемого для одностадийного синтеза модифицированного органическими модификаторами оксида кремния, установлено в количестве - 1 %.

При одностадийном получении модифицированного оксида кремния (рис. 3) при использовании 5%-го раствора серной кислоты выход продукта составил 20 %. Концентрация серной кислоты, используемая для достижения наибольшего выхода (90 %) в процессе синтеза, составляет - 25 %. Поэтому оптимальная концентрация раствора серной кислоты, используемая для одностадийного синтеза, модифицированного органическими модификаторами оксида кремния, установлена в количестве - 25%.

Исследованы и сравнены ИК-спектры одностадийно синтезированного модифицированного органическими модификаторами оксида кремния (IV) и импортрованных оксидов кремния (рис. 4 и 5).

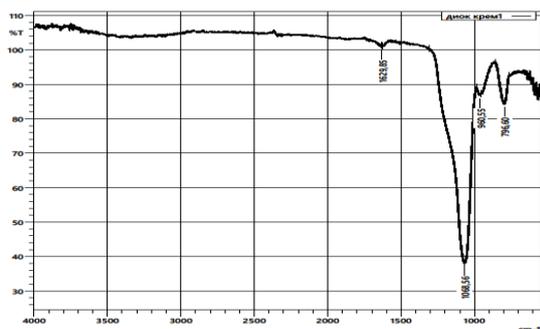


Рисунок 4. ИК-спектр импортного оксида кремния

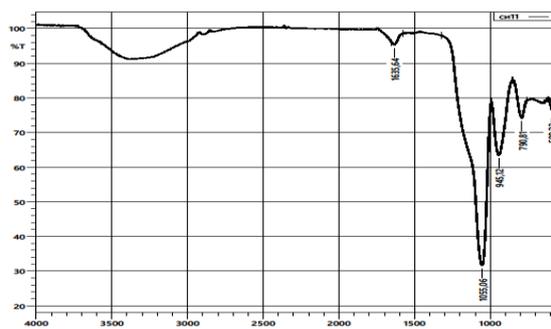
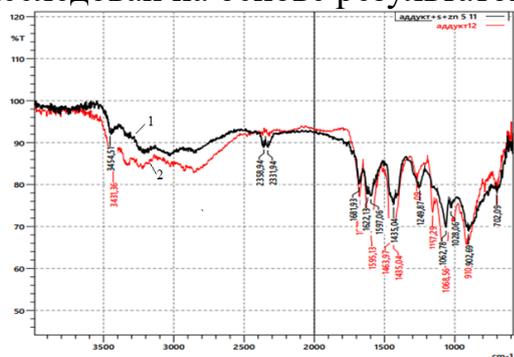


Рисунок 5. ИК-спектр оксида кремния (IV), синтезированного методом одностадийного осаждения

На ИК-спектре оксида кремния (IV), синтезированного методом одностадийного осаждения на основе местного сырья, видны следующие области поглощения: пик поглощения, соответствующий -Si-O-, наблюдаются в области $1055,06 \text{ см}^{-1}$, пик поглощения в области $1635,64 \text{ см}^{-1}$ принадлежат гидроксильным группам (O-H, HO-H), пики поглощения в области $945,12 \text{ см}^{-1}$ и 3000 см^{-1} - 3500 см^{-1} принадлежат гидроксильной группе (Si-O)-OH на поверхности оксида кремния (IV) и гидроксильной группе органического модификатора. Также определено, что пик поглощения в области $790,8 \text{ см}^{-1}$ принадлежит группе кислород-кремний-кислород (O-Si-O).

Синтез ускорителя вулканизации на основе мочевины и гидрофосфата аммония. Для синтеза ускорителей вулканизации на основе местного сырья, сначала полностью растворяли 120 гр. мочевины при температуре $130\text{-}140 \text{ }^\circ\text{C}$ до получения прозрачного раствора, затем добавляли 132 гр гидрофосфатной соли аммония при постоянном перемешивании, при температуре $140\text{-}150 \text{ }^\circ\text{C}$. Непрерывно перемешивали до завершения реакции и синтезировали аддукт на основе мочевины. Синтезированный аддукт растворяли при температуре $130\text{-}140 \text{ }^\circ\text{C}$, и добавляли серу (S) и оксид цинка (ZnO) в количестве 5-10 гр. при постоянном перемешивании. В результате получен сера-, азот-, фосфор-, цинксодержащий ускоритель вулканизации на основе местного сырья.

Ускоритель вулканизации на основе мочевины и гидрофосфата аммония исследован на основе результатов анализа ИК-спектра.



1-ВА на основе аддукта, серы, оксида цинка;
2-аддукт

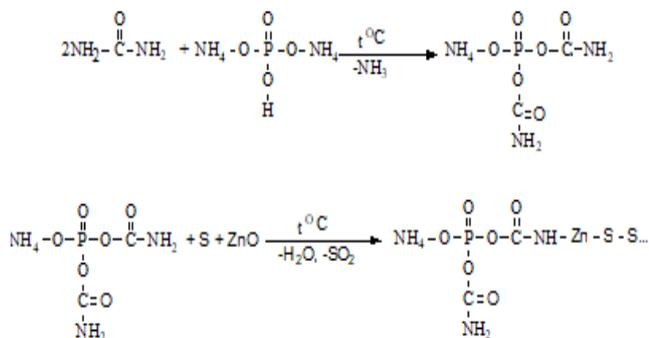


Рисунок 6. ИК-спектр и механизм реакции синтезированного аддукта и синтезированного из него ускорителя вулканизации

В инфракрасном спектре ускорителя вулканизации, синтезированного на основе местного сырья, видны следующие области поглощения; -CONHR соответствующий пик поглощения появляется в области $3454,5 \text{ см}^{-1}$, пики поглощения в области $2358,94 \text{ см}^{-1}$ и $1681,93 \text{ см}^{-1}$ относятся к группе -Zn-S-, пик поглощения в области $1622,13 \text{ см}^{-1}$ -N-Zn. На основании литературных данных было проанализировано, что пик поглощения в области $1435,04 \text{ см}^{-1}$ принадлежит группе -C-O-, а пик поглощения в области $1062,78 \text{ см}^{-1}$ принадлежит группе P=O.

В третьей главе диссертации «**Результаты исследования активного наполнителя оксида кремния (IV), модифицированного органическими модификаторами, и их обсуждение**» проанализировано влияние на реологические свойства полученного каучука при синтезе модифицированного оксида кремния (IV), на основе местного сырья, применяемого в резиновых смесях. Вместо импортных ускорителей вулканизации применяли синтезированные ускорители вулканизации, а полученные результаты изучали и анализировали на основе специальных стандартов.

На основе местного сырья оксид кремния (IV), полученного методом однократного сернокислотного осаждения, был модифицирован модификатором полиэтиленгликоль (ПЭГ), изучены физико-химические анализы оксида кремния, модифицированного с помощью ПЭГ, результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты физико-химического анализа оксида кремния, модифицированного полиэтиленгликолем

№	Наименование анализа	Показатели		Технический метод
		техническая норма	полученный результат	
1	Потеря массы при температуре 1000°C , % \leq	7.0	5	ISO-3262-19
2	pH, 5 %-ного раствора	5.5-8	8.0	ISO 787-9
3	Потеря массы при температуре 105°C , %	4.0-8.0	5.2	ISO 787-2
4	Массовая доля водорастворимых веществ, % \leq	2	1.7	ISO-787-8

Результаты физико-химического анализа оксида кремния, модифицированного полиэтиленгликолем, можно объяснить соответствием фактических результатов техническим требованиям.

После указанных выше физико-механических испытаний были приготовлены резиновые смеси по рецептуре марки НТ-168 и проведены физико-механические испытания с целью определения активных наполняющих свойств оксида кремния, модифицированного полиэтиленгликолем, и влияние на физико-механические свойства резиновых смесей (табл.2).

Таблица 2

**Результаты физико-механических испытаний резиновой смеси марки
НТ-168**

№	Наименование анализа	Стандартные технические показатели	Фактически	
1	Кинетика вулканизации (185 °С*мин.) (Реометр, процесс вулканизации)	T30/s	48-66	56.79
		T60/s	62-84	75.86
		ML/dN·m	1,9-3,2	2.41
		MH/dN·m	8,0-15,0	9.95
2	Вязкость, ML(1+4)100 °С	60-86	76.5	
3	Период вулканизации, t5 (127 °С)	12-24	15.51	
4	Степень прочности (180 °С*6мин.)	59-66	63	
5	Плотность, при 23 °С (180 °С*6 мин.)	1,168-1,188	1.178	
6	Относительное удлинение при растяжении % ≥	350	382	
7	Прочность при разрыве-растяжении ≥ МПа	13	14	
8	Модуль упругости	M100% ≥	1,5	2.593
		M300% ≥	7	8,2

Как видно из табл. 2 выше, физико-механические показатели резиновой смеси НТ-168, полученной на основе активированного оксида кремния, одностадийно синтезированного и модифицированного полиэтиленгликолем, соответствуют требуемым нормам.

Резиновые смеси 301-Л готовили из оксидов кремния, модифицированных импортным оксидом кремния и модификатором фталевым ангидридом, по стандартной рецептуре, а резиновые смеси вынимали из прокатного устройства в виде листа, а затем резиновые смеси оставляли при комнатной температуре на 4-8 часов. После этого были проведены испытания кинетики процесса вулканизации резиновых смесей 301-Л, приготовленных на основе импортных и отечественных оксидов кремния, результаты которых сопоставлены и представлены в табл. 3.

Таблица 3

Кинетика процесса вулканизации резиновой смеси 301-Л

№	Наименование анализа	Техническая норма	Резиновая смесь, полученная на основе импортного оксида кремния (IV)	Резиновая смесь, полученная на основе местного оксида кремния (IV)
1	Процесс вулканизации 180 °С*4 мин			
	T10/s	38-75	65,06	53,72
	T90/s	80-160	147,41	149,39
	ML/dNm	0,6-2	1,13	1,21
	MH/dNm	4,5-12,3	8,12	7,74

Установлено, что технические параметры резиновой смеси, полученной на основе оксида кремния (IV), модифицированного модификатором фталевым ангидридом, соответствуют требуемым техническим нормам.

В лабораторных условиях приготовлены резиновые смеси по стандартной рецептуре на основе марок 201, 301-Л, 301-Т3, 301-Т1 из оксида кремния (IV),

модифицированного органическими модификаторами, методом одностадийного осаждения и проведены испытания. Результаты испытаний представлены ниже в табл.4.

Таблица 4

Результаты физико-механических испытаний резиновых смесей 201, 301-T1, 301-L, 301-T3

№	Наименование резиновых смесей	Кинетика вулканизации T-180° C, t-4 мин			
		ML dNm	MH dNm	T10/s	T90/s
1	стандартные технические показатели резиновой смеси марки 201	3,5	25	77	205
		2,0	20,14	60	170
		1,0	14	43	135
	полученный результат	1,79	20,36	53,82	177,95
2	стандартные технические показатели резиновой смеси марки 301-T1	2,5	17,2	72	150
		1,8	13,8	55	115
		1	10,4	38	80
	полученный результат	1,01	11,75	57,89	118,55
3	стандартные технические показатели резиновой смеси марки 301-L	2	12,3	75	160
		1,3	8,4	57	120
		0,6	4,5	38	80
	полученный результат	1,34	10,33	51,54	130,27
4	стандартные технические показатели резиновой смеси марки 301-T3	2,9	11	64	245
		2,3	8,7	49	207
		1,4	6,3	34	165
	полученный результат	1,81	10,73	48,05	201,58

Для сравнения физико-механических показателей были приготовлены резиновые смеси на основе импортного ускорителя вулканизации N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамида (ТББС) и местных ускорителей вулканизации. Проведено сравнение их физико-механических показателей.

Таблица 5

Физико-механические показатели резиновых смесей, полученных на основе импортных и отечественных ускорителей вулканизации

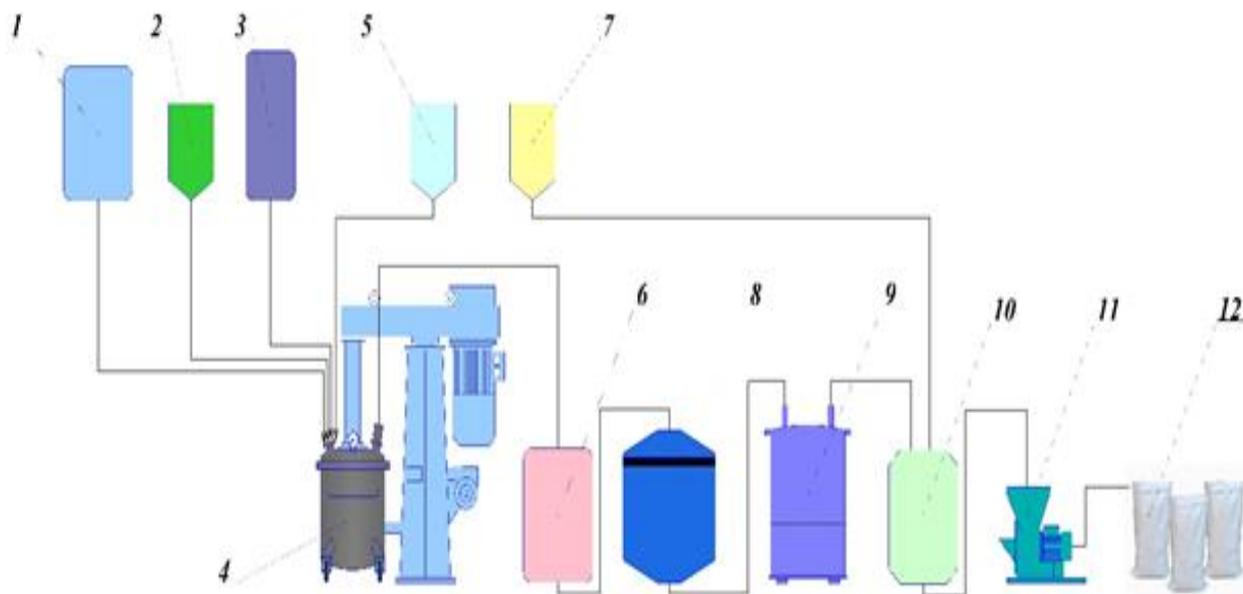
№	Наименование анализа	Etalon-1	МВТ-10	МВТ-15	
1	Процесс вулканизации 185°С, 3 минуты				
	T30/	38,63	34,26	3,55	
	T60/s	49,33	55,19	51,03	
	ML/dN·m	2,84	2,66	2,70	
	MH/dN·m	15,98	14,91	15,84	
2	Вязкость по Муни (1+4) 100 °С	94,54	103,44	101,95	
3	Период вулканизации по Муни скорч T5 (127 °С)	23	23,43	23,21	
4	Прочность при растяжении, ≥МПа	13	13,35	14,36	
5	Относительное удлинение, ≥%	384	394,15	398,89	
6	Прочность по Шору А	67	58	59	
7	Модуль упругости, МПа	100%	1,21	1,317	1,508
		300%	8,41	8,74	9,66

Все результаты испытаний полученных резиновых смесей представлены в табл. 6, подготовленные образцы получили названия: Эталон-1, МВТ-10 и МВТ-15.

Экспериментальные работы показали, что при сравнении физико-механических показателей резиновых смесей, полученных на основе местных ускорителей вулканизации и модифицированного оксида кремния, с показателями резиновых смесей, полученных на основе импортного ускорителя N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамида результаты оказались равными.

В четвертой главе диссертации «**Технологическая эффективность и технологическая схема производства модифицированного активного оксида кремния для резиновых смесей**» освещены процессы синтеза и модификации модифицированного оксида кремния из местного сырья, технологический процесс производства и экономическая эффективность производства модифицированного активного оксида кремния

Особенностью и преимуществом предлагаемой технологической схемы получения местного оксида кремния является экономичность и простота ведения технологического процесса, простота изготовления реактора из стандартных материалов, простота сопровождения технологического процесса. Получение оксида кремния осуществлялось путем смешения сырья друг за другом и в более упрощенном порядке технологий. Технологическая схема производства представлена на рис. 7.



1 – емкость для воды; 2 – емкость для серной кислоты; 3 – емкость для жидкого стекла; 4 – реактор с охлаждающей рубашкой; 5 – емкость для полиэлектrolита; 6 – емкость для осаждения; 7 – емкость для модификатора; 8 – центрифуга; 9 – сушильный шкаф; 10 – аппарат для модификации; 11 – дезинтегратор; 12 – склад готового продукта.

Рисунок 7. Технологическая схема производства модифицированного органическими модификаторами оксида кремния.

Для получения оксида кремния (рис.7), модифицированного местными органическими модификаторами, по рецепту отмеряют в нужном количестве

воду и жидкое стекло из емкости-1,3, заливают в реактор-4, далее, при перемешивании из ёмкости-5 добавляют органический полиэлектролит до полной однородности раствора, как и раствор жидкого стекла, основная цель которого - предотвратить увеличение молекулярной массы образующегося в реакционной смеси оксида кремния до гелеобразного, полисиликатного состояния. Затем из ёмкости-2 добавляют серную кислоту, поскольку процесс протекает с выделением тепла (экзотермическая реакция), реакцию проводят в реакторе с охлаждающей рубашкой, охлаждение проводят холодной водой, чтобы молекулы оксидов кремния не полимеризовались под воздействием температуры. Затем раствор подают для осаждения в емкость-6, несколько раз промывают водой, затем сырье подаётся в центрифугу-8 для максимального удаления влаги, а затем в сушильный шкаф-9, где высушивается и подвергается термической обработке, после чего, в аппарат для модификации-10, куда загружается модификатор из ёмкости-7, модифицированное сырье измельчается в дезинтеграторе-11 до достижения высокого уровня дисперсности. Готовый продукт фасуется и отправляется на склад-12.

Таблица 6

Цена сырья для производства 1 тонны модифицированного оксида кремния

№	Наименование сырья	Цены на 1 кг сырья, сум	Количество сырья, необходимого для производства 1 т оксида кремния, кг	Цены на сырьё, необходимого для производства 1 т оксида кремния, сум
1	Силикат натрия (жидкое стекло)	1700	4000	6800000
2	Полиэлектролит	60000	24	1440000
5	Серная кислота	1000	1000	1000000
4	Модификатор	20000	68	1360000
Итого				10600000

В табл. 6 приведены начальные цены на сырье для производства 1 тонны оксида кремния, только на само исходное сырье расходуется **10 060 000** сум.

Таблица 7

Стоимость 1 тонны модифицированного оксида кремния

№	Наименование	Сум
1	Зарплата работников	1600000
2	Единый социальный платёж, 25%	400000
3	Цена сырья	10600000
4	Дополнительные расходы	1000000
5	Не предвиденные расходы	500000
6	Прибыль	1410000
Итого		15510000
7	Налог, 15%	1861200
Итого		17371200

В табл. 7 приведены все затраты на производство модифицированного оксида кремния. В условиях рыночной экономики производство 1 тонны готовой продукции рассчитано в размере **17 371 200** сум.

Подсчитано, что цена 1 кг готового сырья при производстве модифицированного оксида кремния равна 17371,2 тыс. сум.

Таблица 8

Сумма стоимости модифицированного оксида кремния по сравнению со стоимостью импортного оксида кремния

№	Наименование	Ед. изм.	Цена импортного сырья, кг/сум	Цена местного сырья, кг/сум	Разница, сум
1	Оксид кремния	кг	22000	17371,200	4628,8

Формула расчета экономической эффективности использования синтетически модифицированного оксида кремния в качестве заменителя импортного оксида кремния выглядит следующим образом:

$$E_{\text{эфф}} = (Q_{\text{имп}} - Q_{\text{син}}) \cdot C$$

Здесь: $Q_{\text{имп}}$ - стоимость 1 тонны импортного оксида кремния в узб. сумах;

$Q_{\text{син}}$ - стоимость 1 тонны синтезированного оксида кремния в узб. сумах;

C - объем оксида кремния, необходимый с учетом потребности в резиновой промышленности, т.

$$E_{\text{эфф}} = (22000000 - 17371200) \cdot 1500 = 6943200000 \text{ сум}$$

Таким образом достигается ожидаемый экономический эффект при производстве синтезированного оксида кремния, прибыль 6943200000 сум, или, если пересчитать в долларах США (при курсе 1 доллар США = 11300 сум), $6943200000 / 11300 = 614442$ долл., без учета транспортных расходов, 614442 долларов в год может быть достигнута экономическая эффективность.

На основании научных результатов, полученных при использовании оксида кремния (IV), активного наполнителя, модифицированного новыми органическими модификаторами, произведенного на основе технологии получения модифицированных активных наполнителей и ускорителей вулканизации резиновых смесей: оксид кремния (IV) внедрен в производство резиновых смесей на предприятии ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi» (Справка № 07-1799 от 14 декабря 2023 года и № 07-11/3-179 от 9 февраля 2023 ООО «Birinchî rezinotexnika zavodi»). В результате, оксид кремния (IV) использован в качестве импортозамещающего отечественного продукта, тем самым достигнуто снижение себестоимости резинотехнических продуктов.

ВЫВОДЫ

1. Синтезирован полиэлектrolит на основе поликарбоната для одностадийного получения оксида кремния (IV), используемого в качестве активного наполнителя в резиновых смесях.

2. В одностадийном и двухстадийном порядке с использованием специальных полиэлектrolитов на основе поликарбонатов, силиката натрия (жидкого стекла), серной кислоты, солей кальция получен оксид кремния (IV) и модифицирован органическими модификаторами;

3. Получены стандартные резиновые смеси марок НТ168, 201, 301-Т1, 301-Л и 301-Т3 на основе одностадийно полученного в присутствии полиэлектролита оксида кремния (IV). Установлено, что свойства полученных резиновых смесей соответствуют общепринятым техническим показателям и предложены для применения в резиновых изделиях.

4. Получены ускорители вулканизации на основе местного сырья для импортозамещения N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамида, сравнены показатели резиновых смесей с использованием местных и импортных ускорителей вулканизации, изучены физико-механические свойства полученных резиновых изделий на их основе.

5. Разработана технология одностадийного получения модифицированного оксида кремния (IV) из жидкого стекла с применением полиэлектролита, экономическая эффективность которого составила 4,628 млн.сум на тонну оксида кремния.

6. Оксид кремния (IV), модифицированный органическими модификаторами, по своим физико-химическим свойствам не уступает импортному аналогу и из-за экономической эффективности применяется в производстве конвейерных лент в ООО «Биринчи резинотехника заводи».

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

**TOSHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

BOZOROV AKHROR TURAYEVICH

**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY FOR
OBTAINING MODIFIED ACTIVE FILLERS AND VULCANIZATION
ACCELERATORS FOR RUBBER COMPOUNDS**

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

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

Tashkent – 2023

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 B2023.1.PhD/T3441.

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

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online (www.tktiti.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziyo.net)

Scientific supervisor: **Sottikulov Elyor**
doctor of philosophy (PhD) in technical sciences,
senior researcher

Official opponents: **Jurayev Asror**
doctor of technical sciences, assistant professor

Teshabayeva Elmira
doctor of technical sciences, professor

Leading Organization: **Termiz State University**

The defense of the dissertation will take place on "29" 08 2023 at "9⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc. 16/30.12.2019.K/T.87.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, Ibrat, Shurabazar. tel.: (+99895) 144-67-83 E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

The dissertation was registered at the Information Resource Center of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 2023/24, which can be found in the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Ibrat, Shurabazar, tel.: (+99895) 144-67-83 E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation has been distributed on «14» 08 2023 year
Protocol at the register No 2023/24 dated «19» 08 2023 year



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

Sh.D. Shirinov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding of scientific degrees,
Phd tech., Senior Scientific Scientist

H. S. Beknazarov
Chair of the Scientific Seminar
at the scientific advice on awarding degrees
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research is the development of technology for the production of modified active fillers and vulcanization accelerators for rubber compounds.

The objects of research work are polyelectrolytes, organic modifiers, acrylic acid, maleic anhydride, rubbers, plasticizers, fillers, accelerators, sodium silicate (liquid glass), sulfuric acid, hydrochloric acid, phosphoric acid, calcium chloride, calcium nitrate, urea, ammonium hydroxide, sulfur, zinc oxide..

The scientific novelty of the research work is as follows:

a new effective method for obtaining highly dispersed silicon oxide (IV) for rubber compounds based on organic polyelectrolyte and sodium silicate has been developed and its compliance with ISO 3262-19, ISO 787-9, ISO 782-2, ISO 787-8, ISO 37 standards has been determined.

It has been proven that silicon (IV) oxide obtained in one step improves the physical, mechanical and rheological properties of rubbers when used in the modification of rubber compounds.

a new type of accelerators for vulcanization of rubber compounds based on sulfur-, nitrogen-, phosphorus-containing compounds was synthesized, the obtained accelerators were used instead of imported accelerators, the possibility of their use in the process of vulcanization of rubber compounds was proved.

cost-effective technologies for the production of highly dispersed silicon oxide (IV) modified with organic modifiers and vulcanization accelerators based on local raw materials have been developed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained in the development of technology for the production of silicon oxide (IV) modified with organic modifiers:

The modified silicon oxide (IV) synthesized by the active filler as a raw material was tested in the experimental testing laboratory of Birinchi rezinotexnika zavodi LLC (Reference No. 07-1799 dated December 14, 2022, Birinchi rezinotexnika zavodi LLC). As a result, the company obtained the opportunity to use import-substituting local raw materials.

Raw materials based on polyelectrolyte and a modified active filler of silicon oxide (IV) have been successfully put into practice in the conveyor belt production workshop of Birinchi rezinotexnika zavodi LLC. (Reference No. 07-11/3-179 dated February 9, 2023. Birinchi rezinotexnika zavodi LLC). As a result, it was possible to reduce the cost of the resulting rubber products.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Бозоров А.Т., Соттикулов Э.С., Каримов М.У. Исследование инфракрасной спектроскопией и термическим анализом оксида кремния (IV), синтезированного новым методом // Научный журнал «Universum: Химия и Биология» №3 (105) Март 2023, Часть 2, с.26-30. (02.00.00; №2)

2. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Синтез высокодисперсионного оксида кремния (IV) на базе местного сырья и исследование влияния на резиновые композиции // Научный журнал «Universum: технические науки» №5 (98) Май 2022, Часть 7, с.39-43 (02.00.00; №1)

3. Akhror Turayevich Bozorov, Masud Karimov, Abdulakhat Turovovich Jalilov Use of new effective local antioxidants for rubber mixtures and study of chemical, physical-mechanical properties // International Scientific Journal ISJ Theoretical & Applied Science. ISSN: 2409-0085 (Online). 2022. Vol.108, Issue 4, pp. 101-106. Impact Factor: ESJI. IF-8.771. №23.

4. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Паст малекуляр массали кремний (IV) оксидини маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилиш ва техник хоссалари ўрганиш” Наманган давлат университети илмий ахборотномаси. Наманган 2022 йил 7-сон. 70-73 б. (02.00.00; №18)

5. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилинган юқори дисперсликга эга кремний (IV) оксидини резина қоришмаларида қўллаш орқали физик-механик хоссаларини ўрганиш” Ўзбекистон Миллий университети хабарлари 2022-йил, 3/2, 379-381 б. (02.00.00; №11)

6. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Хакимов Д.Б. “Маҳаллий хом-ашёлар асосида тезлаштиргичларни синтез қилиш ва резина қоришмаларида қўллаш” Фарғона политехника институти илмий – техника журнали, 2020-йил, Т.24, спец.вып. №2 163-165 б. (05.00.00; №20)

II бўлим (II часть; II part)

7. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Резина қоришмаларига маҳаллий антиоксидантлардан фойдаланиш ва кимёвий, физик-механик хоссаларини ўрганиш” “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг ечимлари” халқаро илмий-амалий онлайн-конференция илмий ишлар тўплами. Ташкент, 2021 йил 28 май, Т.1, 429-432 б.

8. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Маҳаллий нефт битумини импортдан келтирилган нефт қатрони ўрнида фойданалинганда, резина қоришмаларининг хоссаларига таъсир қилишини ўрганиш”

“Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг ечимлари” халқаро илмий-амалий онлайн-конференция илмий ишлар тўплами. Ташкент, 2021 йил 28 май, Т.2, 73-75 б.

9. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Маҳаллий юқори дисперликга эга кремний (IV) оксидини кимёвий таҳлилларини ўрганиш” «Neft va gaz sohasida Ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar» Халқаро конференция материаллари, 2022, Т.2, №2, 134-135 б.

10. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Аминов Ш.С., Джалилов А.Т. “Резина қоришмаларининг физик-механик хоссаларига маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилиб олинган юқори дисперликга эга кремний (IV) оксидини таъсирини ўрганиш” «Neft va gaz sohasida Ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar» Халқаро конференция материаллари, 2022, Т.2, №2, 396-397 б.

11. Бозоров А.Т., Джалилов А.Т., Соттиқулов Э.С. “Резина композит материаллари учун синтез қилинган ва органик мадификаторлар билан модификацияланган кремний (IV) оксидининг термик таҳлилларини ўрганиш” Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция, Тошкнет, 2023 йил 17-18 март, FP 133., 550-554 б.

12. А.Т.Bozorov, М.У.Karimov, А.Т.Djalilov Mahalliy xom ashyolar asosida sintez qilib olingan yuqori disperslikga ega kremniy (IV) oksid xom ashyosining elementar va kimyoviy tahlili. O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi Ajiniyoz nomidagi nukus davlat pedagogika instituti «Tabiiy fanlarning dolzarb masalalari» mavzusida III-xalqaro ilmiy-nazariy konferensiyasining II-bo‘limi. Nukus, 2022 yil 12 may, 5-7 bet.

13. Bozorov A. T., Karimov M.U. Mahalliy xom ashyolar asosida sintez qilib olingan tezlatkichlarni rezina qorishmalariga ta’siri va xossalarini o‘rganish. Toshkent kimё-технология институти «Умидли кимёгарлар-2021» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларини ххх илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Toshkent 2021, 9-10 бет.

14. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Маҳаллий хом ашёлар асосида юқори дисперликка эга кремний кремний (IV) оксидининг сканерловчи электрон микроскоптаги тасвирининг таҳлили” «Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. Термиз, 2022 йил 19-21 май, 1-қисм, 406-407 б.

15. Бозоров А.Т., Каримов М.У., Джалилов А.Т. “Маҳаллий хом ашёлар асосида синтез қилинган юқори дисперликга эга кремний (IV) оксидининг элементар таҳлилинини ўрганиш” «Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани 2022, 1-қисм, 521-522 б.

16. Бозоров А.Т., Джалилов А.Т., Соттиқулов Э.С. “Резина қоришмаларига маҳаллий хом ашёлар асосида олинган ингредиентларнинг

таъсирини ўрганиш” Қорақалпоқ табиий фанлар илмий-тадқиқот институти «Деградацияланган тупроқларни қайта тиклашда маҳаллий минераллардан фойдаланишнинг самарадорлиги» мавзусида Республика миқёсида ўтказилган илмий-амалий конференцияси, Нукус шаҳри, 2023 йил 6 март, 136-139 б.

17. Бозоров А.Т., Джалилов А.Т., Соттиқулов Э.С. “Икки босқичда чўктириш усулида органик модификаторлар билан модификациялаб олинган кремний (IV) оксидининг инфрақизил спектроскопик таҳлилларини ўрганиш” “Оролбўйи ҳудудларида кимё ва кимёвий технология ривожланишининг ҳозирги замон тенденциялари” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Нукус, 2023 йил 13 март, 123-125 б.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида таҳрир қилинди

Босишга рухсат этилди: 14.08.2023 йил
Бичими 60x84 ¹/16, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,8. Адади 100. Буюртма №198

Т

Гувоҳнома reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй