

**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**

КАРАЕВ ШЕРАЛИ ТУХТАЕВИЧ

**ПОЛИЭТИЛЕН УЧУН ЯНГИ ЮҚОРИ САМАРАЛИ СТАБИЛИЗАТОР
АНТИОКСИДАНТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2025

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents dissertation abstract of doctor philosophy (PhD)

Караев Шерали Тухтаевич

Полиэтилен учун янги юқори самарали стабилизатор антиоксидантлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва қўллаш.....3

Караев Шерали Тухтаевич

Разработка и применение технологии получения новых высокоэффективных стабилизаторов-антиоксидантов для полиэтилена.21

Karaev Sherali Tukhtaevich

Development of chemical technology for producing antioxidant stabilizers for polymer products based on local raw materials..39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**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**

КАРАЕВ ШЕРАЛИ ТУХТАЕВИЧ

**ПОЛИЭТИЛЕН УЧУН ЯНГИ ЮҚОРИ САМАРАЛИ СТАБИЛИЗАТОР
АНТИОКСИДАНТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ ВА ҚЎЛЛАШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2024.2.PhD/T2775 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.tktiti.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Каримов Масъуд Убайдулла ўгли
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Ёдгоров Нормухаммад
кимё фанлари доктори, профессор

Вафаев Ойбек Шукурлаевич
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Етакчи ташкилот:

Тошкент кимё технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 йил «15» май соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (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 (№ 2025/09 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 2025 йил «18» апрель куни тарқатилди.

(2025 йил «18» апрелдаги 2025/09 рақамли реестр баённомаси).



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

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

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда юқори молекуляр бирикмаларнинг ультрабинафша нурлари, иссиқлик ва кислород таъсирида деструкцияланишини чекловчи модификатор қўшимчалар полимер саноатининг асосий гуруҳ хомашёлари ҳисобланади. Шу сабабли, янги турдаги стабилизатор антиоксидантлар ишлаб чиқариш, уларнинг полимер деградацияси жараёнида ҳосил бўладиган эркин радикаллар билан таъсир механизмини аниқлаш ҳамда полимер устмолекуляр структурасини модификациялаш механизмларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда стабилизациялаш самарадорлиги юқори бўлган стабилизатор антиоксидантлар олиш ва уларни полимер маҳсулотлар таркибига киритишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишларига катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада, реакция фаол гидроксил, карбоксил ва амин функционал гуруҳли ароматик ҳалқа сақловчи элементорганик бирикмалар олиш, уларнинг стабиллаш кўрсаткичларини аниқлаш ва полимерлар композициялари учун антиоксидант сифатида қўллаш технологияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда импорт ўрнини босувчи янги турдаги стабилизатор антиоксидантлар олиш ва уларни полимер маҳсулотлар таркибига қўшиш, турли агрессив муҳитларда ишлаш самарадорлигини аниқлаш бўйича муайян натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар олиш технологияларини яратиш»¹ га қаратилган муҳим вазифалари белгиланган. Бу борада полимер маҳсулотлари олишда иқтисодий жиҳатдан самарали ва экологик хавфсиз бўлган стабилизатор антиоксидантлар ишлаб чиқариш ҳамда мавжуд технологияларни доимий равишда такомиллаштириш 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, 2020 йил 12 августдаги ПҚ-4805-сон «Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3264-сон «Кимё саноати ташкилотларининг экспорт-импорт фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимё

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

технологиялари ва нанотехнология» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёда полимерларни органик қўшимчалар билан барқарорлаштириш ҳамда олинган материалларнинг физик-механик, кимёвий шунингдек статик ва динамик кучларга чидамлилик кўрсаткичларини аниқлаш бўйича Н.М. Эмануэл, Г.Э. Зайков, Й.А. Шляпников, А.К. Микитаэв, Э.Н. Мукменев, М.М. Мурзаканов, С.Й. Бухаров, Камол Афзали., Сумит Кумар., М.А. Хегази, Лин Ванг ва Ўзбекистонлик олимлардан А.Т. Жалилов, А.С. Максумова, А. Икромов, З.А. Тожихўжаев, Х.И. Акбаров, Б.Ф. Мухиддинов, М.Г. Мухамадиев, Х.С. Бекназаров ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб борган.

Ушбу олимлар таркибида металл ва металмаслар сақлаган органик бирикмалар, алкил (3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)фосфонкислоталар, алкил[поли(этиленокси)] фосфорилпиридин, алкил[поли-(этиленокси)]-фосфорил-хинолин тузлари ва уларнинг металл комплекслари каби янги самарали стабилизатор антиоксидантларни олиш ва улар қўшилган полимерлар эксплуатацион хоссаларини аниқлаш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борган.

Ҳозирги кунда, саноатда полимер материалларни барқарорлаштириш учун янги стабилизатор антиоксидант турларини кенгайтириш мақсадида фаол функционал гуруҳларни ўз ичига олган бирикмалар билан модификациялашнинг янги замонавий усулларини ишлаб чиқиш, инновацион технологияларини такомиллаштириш ва амалиётда қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий–тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-201701268 “Иссиқхоналар учун эксплуатацион даври бир йилдан уч йилгача бўлган полиэтилен плёнкалар ишлаб чиқариш учун қўшимчалар (стабилизаторлар) ишлаб чиқиш” (2018-2020й.й.) мавзусидаги амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади полиэтилен материаллари учун узоқ муддатли барқарорликни таъминлайдиган янги, юқори самарали стабилизатор антиоксидантлар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

полиэтилен материалларига узоқ муддатли барқарорликни таъминлайдиган стабилизаторлар антиоксидантлар олиш усулларини ишлаб чиқиш ва физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш;

янги стабилизатор антиоксидантларнинг полиэтилен материаллари билан ўзаро таъсирини ҳамда уларнинг барқарорликка, ҳарорат ва оксидланишга чидамлилигини аниқлаш;

стабилизатор антиоксидантлар билан модификацияланган полимерларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини аниқлаш;

стабилизатор антиоксидантлар ишлаб чиқаришнинг замонавий самарадор технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида фенол, пентаэритрит, фтал ангидрид, салицил кислота, терефталъ кислота ва турли хил маргадаги полиэтиленлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини стабилизатор антиоксидантларнинг стабиллаш самарадорлиги, олинадиган полимерларнинг физик-кимёвий, механик ва техник иқтисодий кўрсаткичлари ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотлар натижасида олинган стабилизатор антиоксидантлар ва стабилланган полиэтиленларнинг физик - кимёвий хоссаларини аниқлашда ИҚ-спектроскопия, атом кучи микроскопияси (АСМ), термогравиметрия (ТГ), дифференциал термогравиметрия (ДТГ) ва ксенон ёйли лампалар деградацияланиш (Xenotest) усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

фенол, пентаэритрит, фтал ангидрид, салицил кислота ҳамда терефталъ кислотанинг каталитик реакцияси асосида полиэтиленнинг оксидланиш ва УФ нурларга чидамлилигини оширувчи стабилизатор антиоксидантлар синтез қилинган;

синтез қилинган стабилизатор антиоксидантларнинг стабиллаш самарадорлиги гидрооксил, карбонил, амин гуруҳлари ва ароматик ҳалқага боғлиқлиги аниқланган;

стабилланган полиэтиленларнинг стабилланмаган полиэтиленларга нисбатан узилишдаги кучи 259 Н га, эластиклик модули 33 Н/мм² гача ортганлиги асосланган;

стабилизатор антиоксидант билан стабилланган полиэтиленларнинг таркибидаги дисперс заррачаларнинг узунлиги 2 микронгача ва баландлик тақсимоти 244 нм эканлиги аниқланган;

стабилизатор антиоксидантлар олиш принципиал технологик схемаси ва техник-иқтисодий асослари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

стабилизатор-антиоксидантлар олиш учун мақбул технологик параметрлар ишлаб чиқилган;

олинган стабилизатор-антиоксидантларни чизиқли, паст зичликдаги, оқувчанлиги юқори, ўрта ва паст босимли полиэтиленларга қўллаш технологияси ишлаб чиқилган;

полиэтиленларни модификациялаш жараёнида қўллаш миқдори 350-700 ppm бўлганда стабиллаш самарадорлиги юқори бўлиши аниқланган;

импорт қилинаётган стабилизатор-антиоксидантларни синтез қилинганлари билан алмаштирганда олинган полиэтиленнинг барқарорлиги ва физик-механик кўрсаткичларининг стандарт техник талабларга мос келиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синтез қилинган стабилизатор антиоксидантларнинг таркиби ва тузилиши ИҚ-спектроскопия,

термогравиметрик анализ ва атом кучи микроскопияси каби замонавий физик-кимёвий усуллар билан исботланганлиги, шунингдек стабилизатор антиоксидантларнинг полимерларни барқарорлаштириш ва хизмат муддатини оширишда самарадорлиги тажриба ва ишлаб чиқариш жараёнларида тасдиқланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юқори ҳарорат, УФ нурлар ва агрессив муҳитлар таъсирида полиэтилен оксидланиш жараёнини олинган антиоксидантлар ёрдамида секинлатиш механизмлари аниқланганлиги, таркибдаги гидроксил, карбонил, амин гуруҳлари ва ароматик ҳалқанинг деградацияланаётган полимер физик-кимёвий хоссалари ҳамда эркин радикаллар ҳосил бўлиш жараёнларига таъсири асосланганлиги, олинган стабилизаторлар билан чизикли полимерларни модификациялаш усуллари такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган технология асосида термооксидланиш барқарорлигига эга, стабиллаштириш кўрстагичлари юқори антиоксидантларни оғир металллар иштирокисиз олиш, уларни полиэтилен полимеризацияси ва экструзияси жараёнларида қўллаш усуллари аниқлаш, органик полифункционал бирикмалар ёрдамида чизикли полимерлар асосидаги материаллар олишнинг экологик ва иқтисодий самарадор технологияларини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Синтез қилинган стабилизатор антиоксидант олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

этерификация усули ёрдамида стабилизатор антиоксидант олиш технологияси Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ корхонасида амалиётга жорий қилинган (Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ нинг 2023 йил 10 ноябрдаги 030/4314-сон маълумотномаси). Натижада, стабилизатор антиоксидантни полиэтилен суюқланмасига 0,5-3,0 % миқдорда қўлаганда полимерларни ултрабинафша нурларига барқарорлиги ва хизмат муддатини ошириш имконини берган;

олинган АО1 маркали антиоксидант Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ корхонасида амалиётга жорий қилинган (Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ нинг 2023 йил 10 ноябрдаги 030/4314-сон маълумотномаси). Натижада, F-0220 S, I-1561 ва P-Y342 маркали полиэтиленлар учун импорт ўрнини босувчи юқори сифатли стабилизатор антиоксидантларни маҳаллийлаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 7 та конференцияда, шундан 1 та халқаро ва 6 та Республика илмий-амалий конференцияларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий

нашрларда 6 та мақола, шундан, 3 та Республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

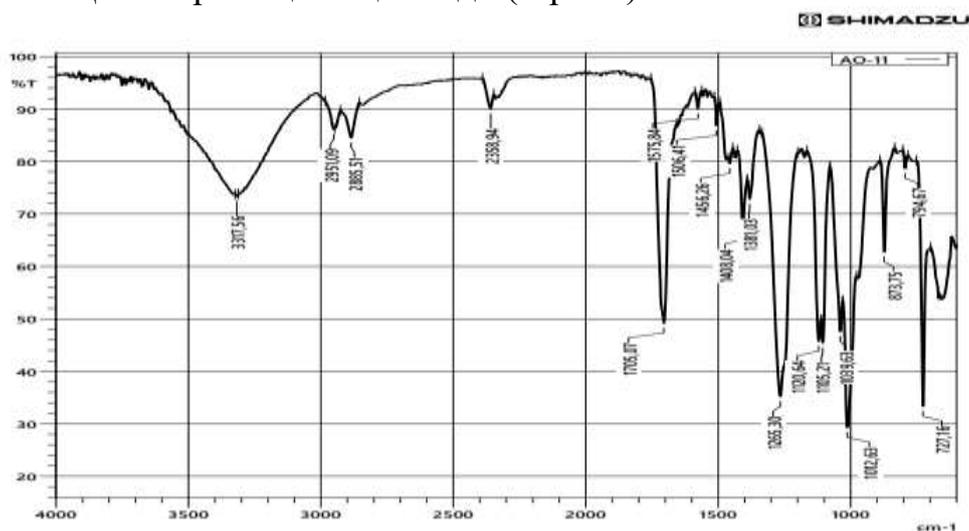
Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 107 бетни ташкил қилади.

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 «**Полимер маҳсулотлари учун стабилизатор антиоксидантлар 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.

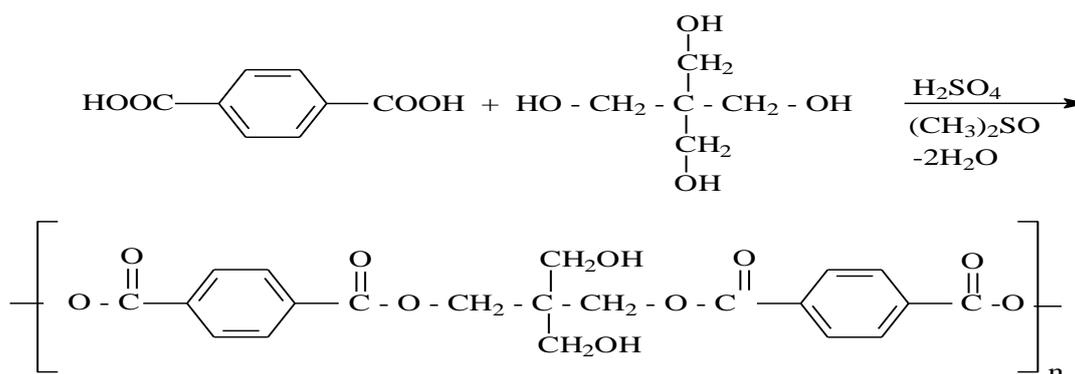
Диссертациянинг «**Полимерлар учун юқори самарали стабилизатор антиоксидантлар олиш ва уларнинг тадқиқи**» деб номланган иккинчи бобида Полиэтилен маҳсулотлари учун этерификация усули билан Пентаэритрит (2,2-бис(гидроксиетил)пропан-1,3-диол) $C(CH_2OH)_4$ ёрдамида **АО-1** маркали стабилизатор антиоксидант синтез қилинган. Олинган модданинг ИҚ спектри таҳлил қилинди (1-расм).



1-расм. АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг ИҚ спектри

АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг ИҚ-спектрида (1-расм) ОН гуруҳининг ютилиш соҳасидаги тебранишларига мос келадиган 3317,56-2951,09 см⁻¹ диапазонларини ўз ичига олади, гидроксил гуруҳларининг баъзи характерли частоталари молекуляр водород алоқасининг шаклланиши билан чамбарчас боғлиқ. Амалда энг муҳим груҳлар 2885,51–2358,94 см⁻¹ частотасида ОН ютилиш соҳасидаги тебранишлари частотаси ва 1039,63-1012,63 см⁻¹ оралиғида ароматик гуруҳнинг эркин эгилиш тебранишларига тегишли бўлган чизиклар мавжуд, 1705,07-1575,84 см⁻¹ минтақасидаги чизиклар мос равишда гуруҳларнинг чўзилган тебранишларига боғлиқ (–C=O). 1012,63 см⁻¹ алмаштирилмаган ароматик ҳалқани билдиради.

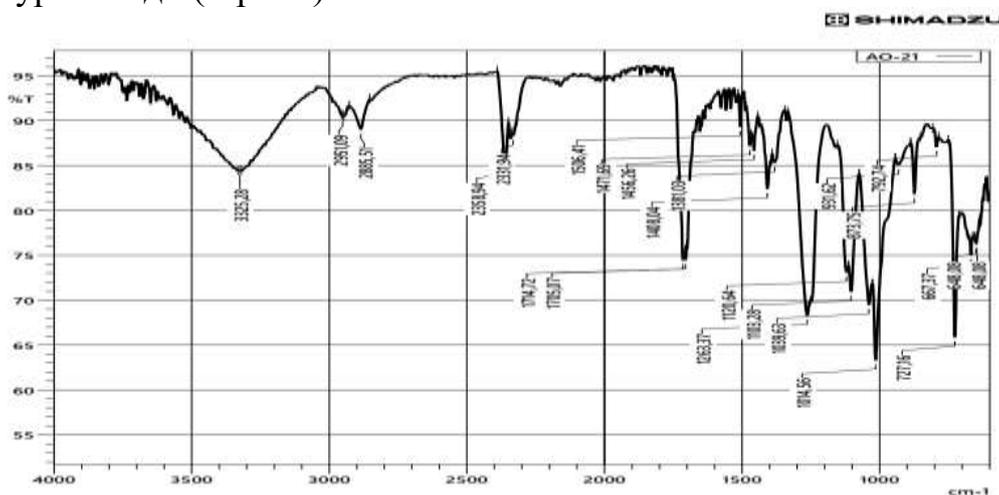
Келтирилган таҳлиллардан АО-1 реакция механизми қуйдагича бўлди.



2-расм. АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг реакция механизми

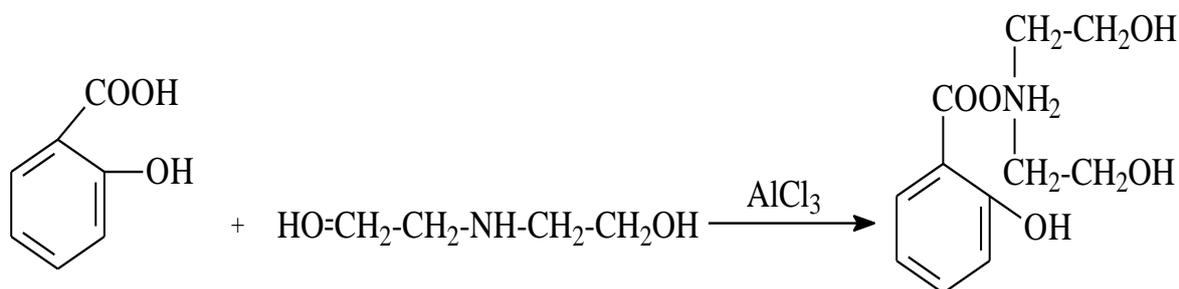
Синтез қилинган стабилизатор антиоксидант АО-1 деб номланди. ИҚ таҳлили ва текширувдан сўнг синтез қилинган антиоксидант чизикли паст зичликдаги оқувчанлиги юқори, ўрта ва паст босимли бўлган F-0220S, PУ-342, I-1561 маркали полиэтилен махсулотлотларига CLAWSON усулида аралаштириб “Jinan Himax LSB” номли экструдерда қайта ишланди.

Диэтаноламин ва салицил кислотани нейтралаб салицил кислота амидини олиш. Таркибида бир вақтнинг ўзида ароматик ҳалқа, гидроксил гуруҳи ва амид гуруҳлари сақлаган антиоксидант АО-2 синтез қилинган ва ИҚ спектри таҳлили ўрганилди (3-расм).



3-расм. АО-2 маркали стабилизатор антиоксидантнинг ИҚ спектри

АО-2 маркали стабилизатор антиоксидантнинг ИҚ-спектрида (2.6-расм) ОН гуруҳининг ютилиш соҳасидаги тебранишларига мос келадиган 3325,28-2951,09 см⁻¹ диапазонларини ўз ичига олади, гидроксил гуруҳларининг баъзи характерли частоталари молекуляр водород алоқасининг шаклланиши билан чамбарчас боғлиқ. Амалда энг муҳим гуруҳлар 2885,51–2331,94 см⁻¹ частотасида ОН ютилиш соҳасидаги тебранишлари частотаси ва 1039,63-1014,56 см⁻¹ оралиғида ароматик гуруҳнинг эркин эгилиш тебранишларига тегишли бўлган чизиқлар мавжуд, 1714,72-1705,07 см⁻¹ минтақасидаги чизиқлар мос равишда гуруҳларнинг чўзилган тебранишларига боғлиқ (–C=O). 1014,56 см⁻¹ алмаштирилмаган ароматик ҳалқани билдиради. Келтирилган таҳлиллардан АО-2 реакция механизми қуйдагича бўлди.



4-расм. АО-2 маркали стабилизатор антиоксидантнинг реакция механизми

ИҚ таҳлили ва текширувдан сўнг синтез қилинган антиоксидант чизиқли паст зичликдаги оқувчанлиги юқори, ўрта ва паст босимли бўлган F-0220 S, PY-342 маркали полиэтилен махсулотлотларига CLAWSON усулида аралаштириб “Jinan Himax LSB” номли экструдерда қайта ишланди.

Диссертациянинг “**Полимерлар учун синтез қилинган стабилизатор антиоксидантларнинг тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси**” деб номланган учинчи бобида олинган антиоксидантлар билан стабилланган турли маркадаги полиэтиленларнинг термик барқарорлиги, юқори ҳароратга чидамлилиги ва физик-механик хоссалари ўрганилди.

АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант билан стабилланган полимерлардан олинган лопаткаларнинг чўзилишдаги кучланишга таъсири. Ушбу синов натижалари ГОСТ 11262-80 стандартига мувофиқ амалга оширилди.

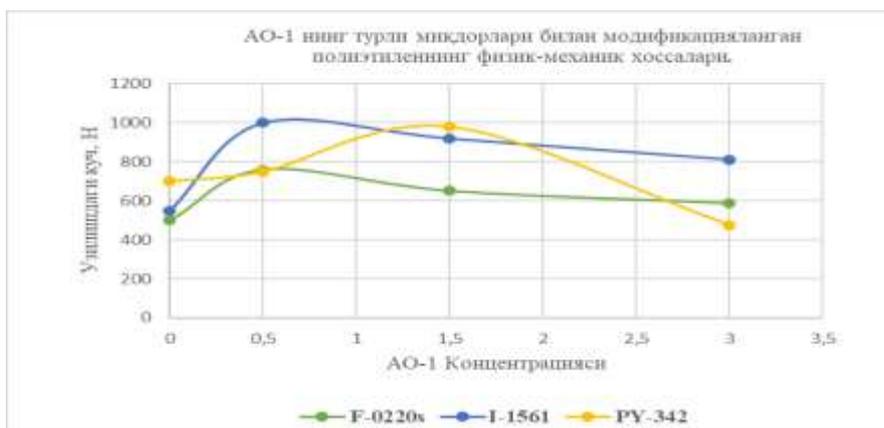
F-0220 S маркали полиэтилен намунасига 0,5%, 1,5% ва 3% АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилганда намунанинг узилишдаги куч, чўзилиши, чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси, чўзилишдаги эластиклик модули стабилизатор антиоксидант қўлланилмаган ҳолатдаги билан таққосланганда қуйдаги 1 жадвалда ўз аксини топган. Тадқиқот учун АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант билан стабилланган полимерлардан олинган лопаткалар намуналари танланди.

1-Жадвал

АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант билан модификацияланган F-0220 S маркали полиэтиленнинг физик-механик хоссалари таҳлили.

Намуналар	Узилишдаги куч, Н	Чўзилиш, мм	Чўзилишдаги мустахкамлик чегараси σ_p , Н/мм ²	Эластиклик модули, Н/мм ²
Асос ПЭ F-0220s	500	500	25	255
ПЭ+0.5% АО-1	759	660	37	289
ПЭ+1.5% АО-1	651	648	32	267
ПЭ+3.0% АО-1	588	540	31	247

Намуналар кесма майдони 20 мм² бўлган пластинка шаклида тайёрланган. Намунанинг ишлаш диапазони 50 мм.



5-расм. АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант билан модификацияланган F-0220 S, I-1561 ва PY-342 маркали полиэтиленларнинг узилишдаги кучига концентрация таъсири диаграммаси.

Ушбу синов тажрибалардан келиб чиқиб синтез қилинган АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантларни полиэтиленга қўшилганда, унинг физик-механик хоссалари ижобий кўрсаткич томон силжиганлиги кузатилди.

PY-342 маркали полиэтилен намунасига 0,5%, 1,5% ва 3% АО-2 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилганда намуналарнинг узилишдаги куч, чўзилиши, чўзилишдаги мустахкамлик чегараси, чўзилишдаги эластиклик модули стабилизатор антиоксидант қўлланилмаган ҳолатдаги билан таққосланганда қуйдаги 2- жадвалда ўз аксини топган.

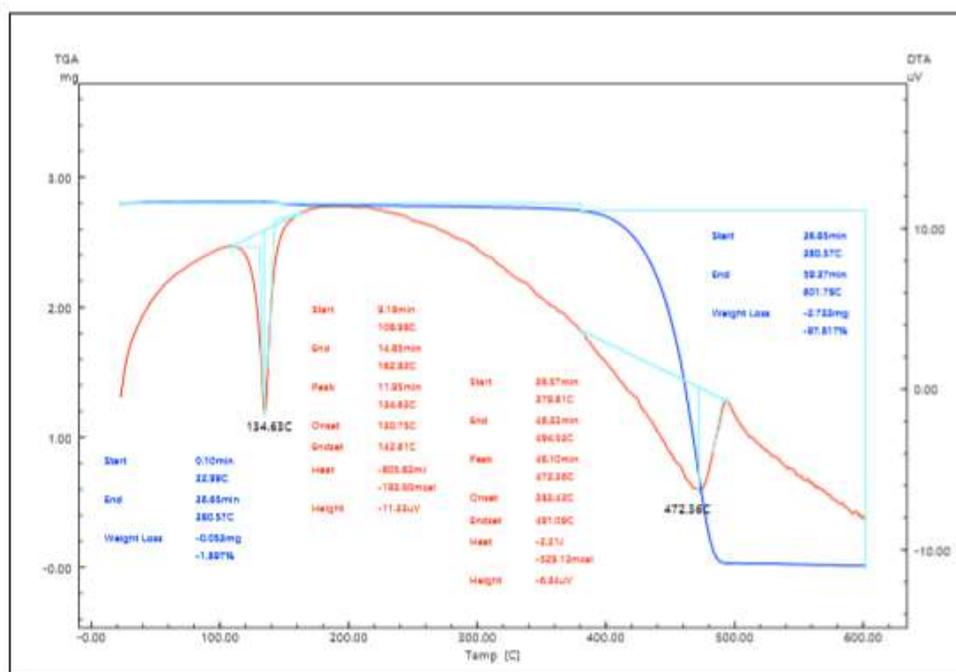
2 жадвал

АО-2 маркали стабилизатор антиоксидант билан модификацияланган PY-342 маркали полиэтиленнинг физик-механик хоссалари таҳлили.

Намуналар	Узилишдаги куч, Н	Чўзилиш, мм	Чўзилишдаги мустахкамлик чегараси σ_p , Н/мм ²	Эластиклик модули, Н/мм ²
Асос ПЭ PY-342	700	486	42	465
ПЭ+0.5% АО-2	879	566	45	228
ПЭ+1.5% АО-2	962	549	48	841
ПЭ+3.0% АО-2	720	380	26	395

Ушбу синов тажрибалардан келиб чиқиб синтез қилинган АО-2 маркали стабилизатор антиоксидантларни полиэтиленга қўшилганда, унинг физик-механик хоссалари ижобий кўрсаткич томон силжиганлиги кузатилди.

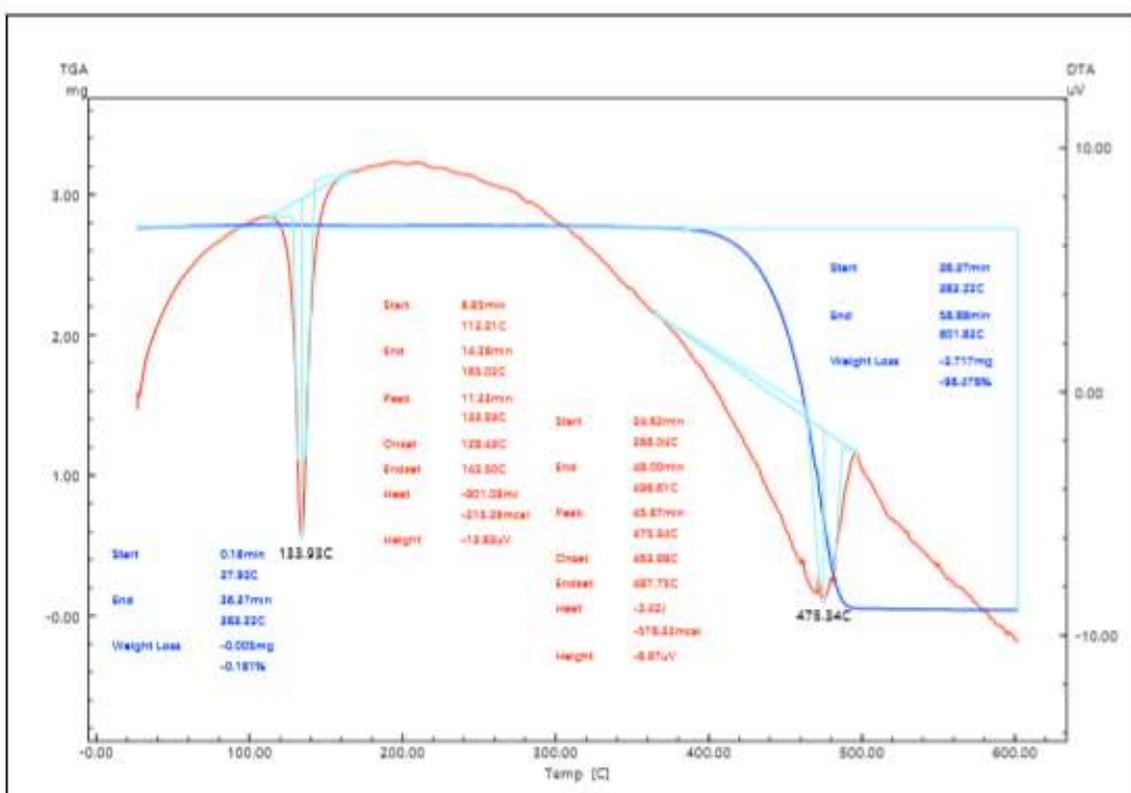
АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган РҮ-342 маркали полиэтиленнинг намунасининг дериватограммаси келтирилган бўлиб, у 2 та эгри чизиқдан иборат.



**6-Расм. АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган РҮ-342 маркали полиэтиленнинг намунасининг дериватограммаси
ТГА- термогравиметрик анализ эгри чизиғи;
ДТА - дифференциал термик анализ эгри чизиғи.**

Дериватограмма (ДТА) эгри чизиғида 134,63⁰С ва 472,36⁰С ларда иккита иссиқлик ютилиши билан бўладиган эндотермик эффе́кт аниқланди ва иссиқлик чиқиши билан бўладиган эгзотермик эффе́кт кўзатилмади. Термогравиметрия (ТГА) эгри чизиғининг таҳлили шуни кўрсатадики, ТГА эгри чизиғида 2 та интенсив парчаланадиган ҳарорат оралиғида амалга ошади. 1-парчаланадиган оралиқ 22,99-380,57⁰С ҳарорат оралиғида содир бўлди 0,053 мг ёки 1,897% масса йўқотилди. 2-парчаланадиган оралиқ 380,57-601,78⁰С ҳароратларда кузатилди 2,733 мг ёки 97,817% масса йўқотганлигини аниқланди. 14,94 – 601,24⁰С ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 2,786 мг ёки 99,714% ни ташкил этганлиги аниқланди, бунга 59,37 дақиқа вақт сарфланди.

АО-2 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган Р-Ү342 маркали полиэтилен намунасининг дериватограммаси келтирилган бўлиб у 2 та эгри чизиқдан иборат.

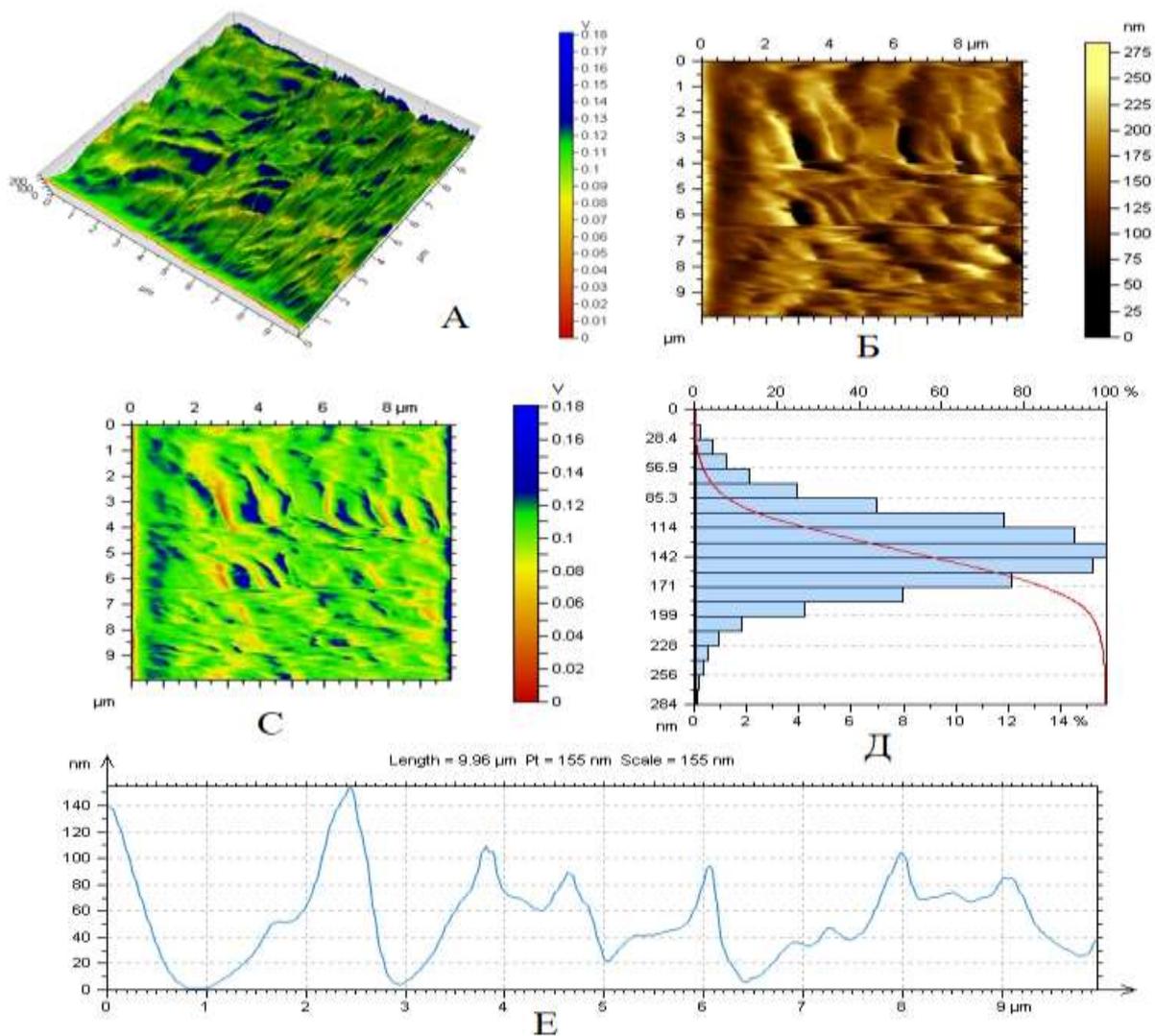


**7-Расм. АО-2 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган Р-У342 маркали полиэтилен намунасининг дериватограммаси
ТГА- термогравиметрик анализ эгри чизиғи;
ДТА - дифференциал термик анализ эгри чизиғи.**

Дериватограмма (ДТА) эгри чизиғида 133,93⁰С ва 475,34⁰С ларда иккита эндотермик эффект аниқланди ва экзотермик эффект кўзатилмади. Термогравиметрия (ТГА) эгри чизиғининг таҳлили шуни кўрсатадики, ТГА эгри чизиғида 2 та интенсив парчаланадиган ҳарорат оралиғида амалга ошади. 1-парчаланадиган оралиқ 27,92-383,22⁰С ҳарорат оралиғида содир бўлди 0,005 мг ёки 0,181% масса йўқотилди. 2-парчаланадиган оралиқ 383,22–601,83⁰С ҳароратларда кузатилди 2,717 мг ёки 98,478% масса йўқотганлигини аниқланди. 27,92 – 601,83⁰С ҳарорат интервалида массанинг умумий камайиши 2,722 мг ёки 98,659% ни ташкил этганлиги аниқланди, бунга 58,88 дақиқа вақт сафланди.

Стабилизатор антиоксидантлар қўлланилган полиэтилен намуналарининг атом-кучлари ташқи сирт юзасининг дисперс морфологияси микроскопия таҳлили

АСМ усули ёрдамида фазавий таҳлил шуни курсатдики F-0220S I-1561 РУ-342 маркали полиэтилен намунасига турли нисбатларда антиоксидант билан стабилизацияланган полиэтилен композициялари учун дисперс заррачаларнинг ўлчамлари ва тақсимоти аниқланди.



8-расм. АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант 0.5% қўлланилган F-0220S I-1561 PУ-342 маркали полиэтилен намунасининг атом-кучлари ташқи сирт юзасининг дисперс морфологияси микроскопия таҳлили.

Таркиби PE+AO1 0,5% (3.33 А, Б, С, Д, Е-расм) чўзилган шаклга эга микрон ўлчамдаги дисперс фазали зарралар кузатилади. Ушбу композиция чўзилган шаклга эга бўлган зарраларни ўз ичига олади, уларнинг ўлчамлари узунлиги 2 микронгача ва кенлиги 275 nm дан микрон ўлчамгача бўлган ва заррачалар X, Y, Z ўқи атрофида нотекис тақсимланган ва маълум бир йўналишда ҳам йўналтирилган. Заррачаларнинг баландлик тақсимоти заррачаларни максимал сони 142 nm эканлигини кўрсатади (8-расм).

Таркиби PE+AO1 1,5% (3.34 А, Б, С, Д, Е-расм) чўзилган шаклга эга микрон ўлчамдаги дисперс фазали зарралар кузатилади. Ушбу композиция чўзилган шаклга эга бўлган зарраларни ўз ичига олади, уларнинг ўлчамлари узунлиги 2 микронгача ва кенлиги 300 nm дан микрон ўлчамгача бўлган ва заррачалар X, Y, Z ўқи атрофида нотекис тақсимланган ва маълум бир йўналишда ҳам йўналтирилган. Заррачаларнинг баландлик тақсимоти заррачаларни максимал сони 195 nm эканлигини кўрсатади.

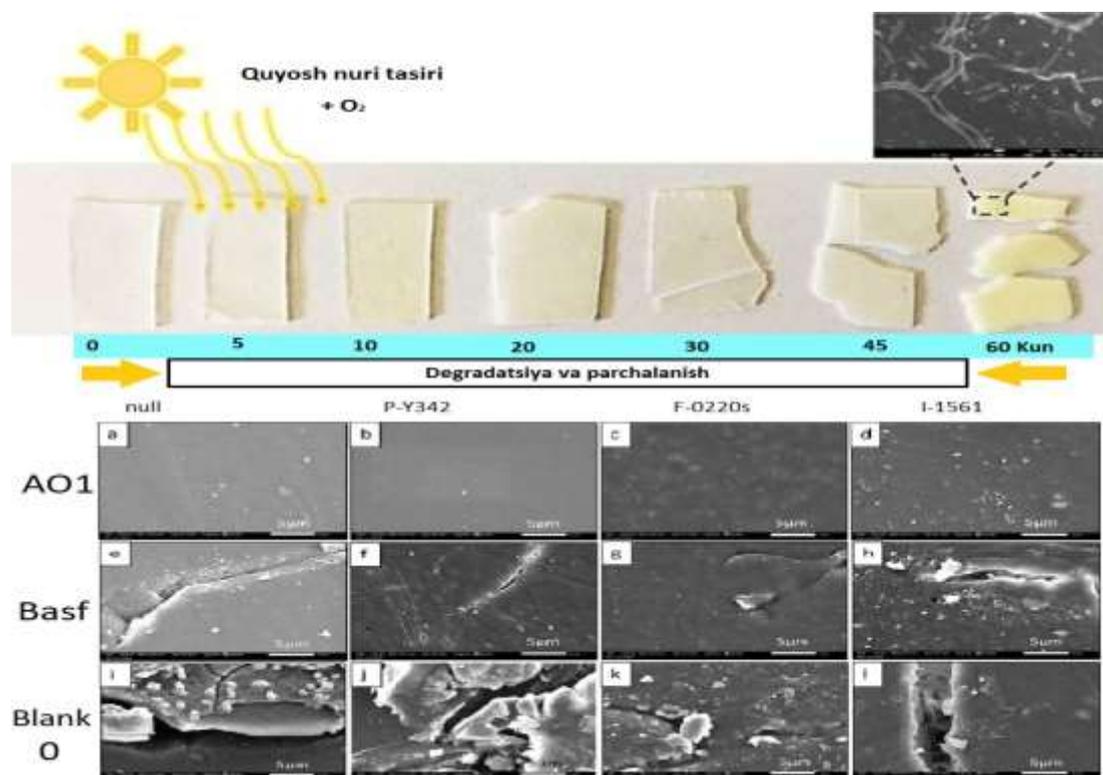
АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўшилган лопаткаларни лабораторияда ёруғлик манбалари таъсир кўрсатиш усуллари - ксенон ёйли лампалар ва кислород таъсирида деградация жараёнини ўрганиш

Бу жараённи O'z DSt ISO 4892-2:2019 (ISO 4892-2:2013 (E), MOD) талаблари ва пластикларга - лабораторияда ёруғлик манбалари таъсир кўрсатиш усуллари - ксенон ёйли лампалар GOST R 8.630-2007 ISO 4582:2017 ASTM D 7869, ASTM G151, G155, D 2565 талаблари асосида тадқиқ қилинди.

Бошланғич ҳолат (0 кун):

Структура: Полимер яқинда ишлаб чиқилган ва модда бир хил структурага эга.

Хусусиятлар: Юзаси тегишли модификация қилинмаган, микроскопик нуқсонлар йўқ. Деградация жараёнининг бошланиши (5–20 кун): Қуёш нурлари (ультрабинафша диапазон) ва кислород таъсирида полимер молекуляр занжирлари ажралади. Кимёвий ўзгаришлар: Окисидланиш: C-H боғлари C=O (карбонил гуруҳлари) ёки гидроксил (OH) гуруҳларга айланади.



9-расм. АО-1, BASF қўлланилган полиэтилен ва BLANK 0 нинг ксенон ёйли лампалар ва кислород таъсирида деградация жараёнини ўрганиш

Радикал реакциялар: Полимер молекулалари ўртасидаги боғлар бузилади, бу деградацияни тезлаштиради. Натижалар: Юқоридаги жараён юзасида чўкмалар, микрожароҳатлар ёки микрозарралар пайдо бўлади (микроскопда кўринади). Параҳаланиш жараёни (30–45 кун): Физикавий бузилишлар кучаяди. Материал юзасида: Чуқур ёриқлар, катта-катта бўлинмалар юзага келади. Микроструктура: Электрон микроскоп таҳлиллари полимернинг тарқоқ, ғовакли ҳолатга ўтаётганини кўрсатади. Тўлиқ парчаланиш (60 кун): Полимернинг энг йирик парчалари бир неча қисмга ажралган. Экологик хавф:

пайдо бўлган микро ва нано пластиклар атроф муҳитда узоқ вақт давомида сақланиб қолиши мумкин. Электрон микроскоп таҳлиллари

АО1 Қатори (a–d): Бу полимернинг химояланган вариантыни кўрсатиши мумкин (антиоксидант ёки ультрабинафша нурдан химоя қилувчи қўшимчалар билан). Хусусиятлар: ёриқлар озроқ кўринади. Бузилиш пастроқ. Бу материалдаги қўшимчалар деградацияни секинлаштираётган бўлиши мумкин.

Vasf Қатори (e–h): Ёриқлар ва тузилиш ўзгаришлари: Тузилмада кичик ёриқлар аниқ кўринади. Микроскопда карбонил гуруҳлари билан боғлиқ қизиқарли нуқталар ёки майда тешиқлар сезилади. Бу деградация жараёнининг дастлабки босқичларини акс эттиради.

Blank 0 Қатори (i–l): Чуқур парчаланиш: Буном тўлиқ тарқалиб, микро ва нано тешиқлар ҳосил қилган. Тармоқланган ва тарқоқ структураларнинг ўртага чиқиши деградациянинг тўлиқлигига ишора қилади. Бунинг натижасида юза микротешиқлар билан тўлиб кетган. Куёш нурлари (ультрабинафша таъсири) ва ксенон лампаларнинг роли. Куёшдан чиққан ультрабинафша нурлари полимерларнинг молекуляр занжирларига ўта кучли таъсир қилади. Бу полимер занжирларини заифлаштиради ва уларнинг чўзилиш ёки бузилиш қобилиятини пасайтиради. Бунда асосан фотоокисланиш жараёни амалга ошади.

Ксенон лампалар: лаборатория шароитида куёш нурларининг ультрабинафша қисми такрорланади. Ушбу усул табиий шароитлардаги деградацияни тезлаштириш учун ишлатилади. Ксенон лампалар билан қилинган таҳлил материалнинг қандай қилиб реал шароитларда парчаланишини башорат қилишга ёрдам беради.

Экологик аҳамияти. Деградация маҳсулотлари: Полимер парчаланганида микро ва нано пластиклар ҳосил бўлади, улар: Тупроқ ва сув тизимларига кириб бориши. Занжирли реакция орқали кимёвий ифлосланишни кучайтириши мумкин. Қўшимчаларнинг роли: Деградацияни назорат қилиш учун қўшимчалар қўлланилган (АО-1 қаторидаги материаллар шунга мисол). Бундай материаллар турли саноат соҳаларидаги қўлланиш учун ишлаб чиқилган. Тадқиқотнинг аҳамияти: Полимерларнинг деградация жараёнини тушуниш, уларни қайта ишлаш ва экологик оқибатларни прогноз қилиш учун муҳим. Ксенон лампаларни ишлатиб, деградация жараёнини тезкор баҳолаш ва полимерларнинг хизмат муддатини аниқлаш имкони мавжуд.

Диссертациянинг « **Полимерлар учун стабилизатор антиоксидантлар олишнинг технологик схемаси ва техник-иқтисодий самарадорлиги** » деб номланган тўртинчи бобида стабилизатор антиоксидантлар ишлаб чиқаришнинг технологиялари ёритилган.

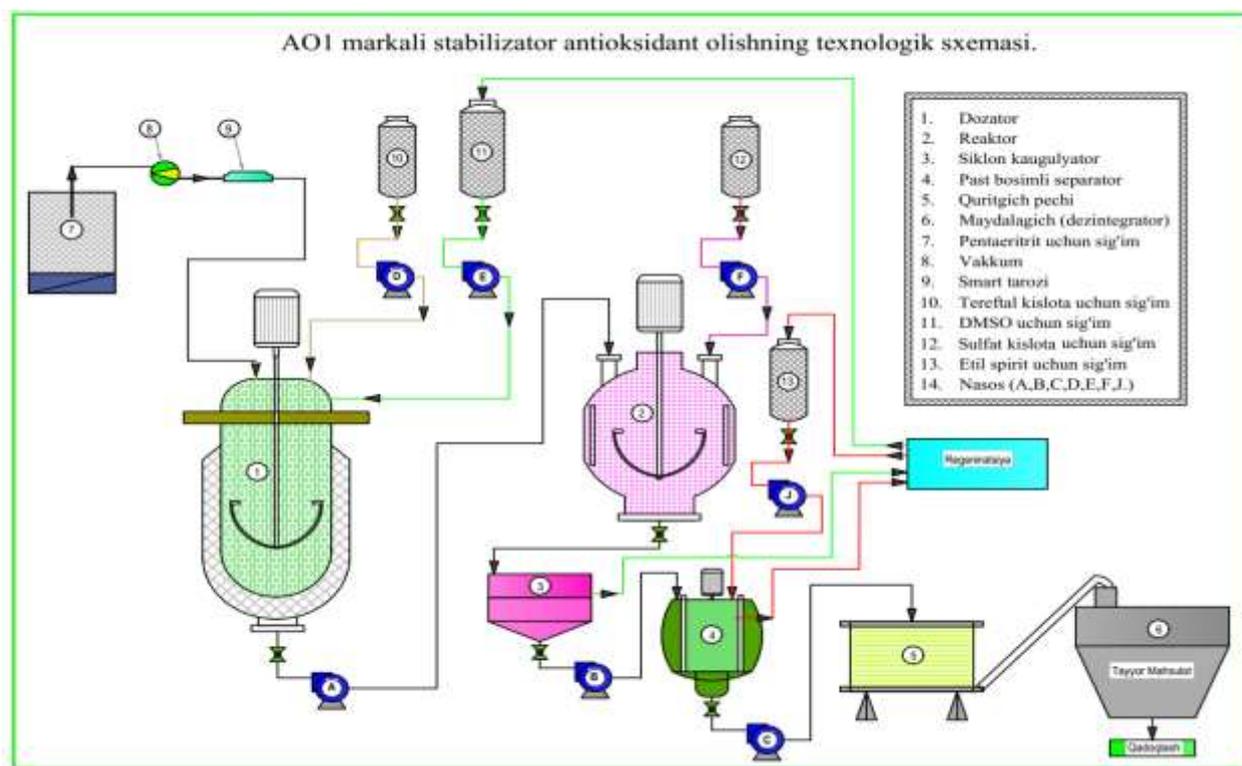
Саноатнинг жадал ривожланиши полимер маҳсулотларга бўлган талабнинг ортишига олиб келмоқда. Ҳозирги вақтда полиэтилен ва полипропиленларни модификациялаш учун арзон ва маҳаллий хом ашёлар асосида янги самарали барқарорлаштирувчи стабилизатор антиоксидантларни яратиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади. Арзон ва маҳаллий хом ашёлар асосида олинган стабилизатор антиоксидантлар эса уларнинг физик

кимёвий ва механик стабилизация фаоллигини ошириб, бир вақтнинг ўзида иқтисодий жиҳатдан арзон ҳисобланади.

Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институти МЧЖ негизида полимерлар учун стабилизатор антиоксидантлар олишнинг технологик схемаси ишлаб чиқилди. Турли хилдаги полиэтилен маркалари учун стабилизатор антиоксидантлар олиш учун тавсия этилган технологик схеманинг ўзига хос хусусияти ва устунлиги шундаки, технологик жараёни узлуксиз режимда амалга ошириш, ишлаб чиқариш қулайлиги, технологик жараёни хавфсизлигидир. Реакция юқори бўлмаган ҳароратда, технологиялар янада соддалашган тартибда олиб борилди. Ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 10-расмда келтирилди.

Полимерлар учун янги стабилизатор антиоксидантлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш мавзусидаги янги таркибида гидрокси ва фенокси гуруҳлар сақловчи стабилизатор антиоксидантлар синтез қилинган. Синтез қилинган стабилизатор антиоксидант олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётда қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида: полимерларни барқарорлаштириш ва хизмат муддатини ошириш учун АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант олиш технологияси Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ да амалиётга жорий қилинган (Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ нинг 2023 йил 10 ноябрдаги 030/4314-сон маълумотномаси). Натижада, Полиэтилен суюқланмасига кам миқдорларда (0,5-1,5-3,0 %) стабилизатор антиоксидант қўшилганда, полиэтиленнинг оқувчанлиги, зарбий ёпишқоқлиги, узилишгача чўзилиш ва узилишдаги мустаҳкамлиги яхшиланган. Полиэтилен маҳсулотлари учун этерификация усули билан пентаэритрит (2,2-бис(гидроксиметил)пропан-1,3-диол) ёрдамида антиоксидант (АО1) ни ишлаб чиқариш технологияси Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ да амалиётга жорий қилинган (Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ нинг 2023 йил 10 ноябрдаги 030/4314-сон маълумотномаси). Натижада, F-0220 S, I-1561 ва PУ-342 маркали полиэтиленлар учун импорт ўрнини босувчи юқори сифатли стабилизатор антиоксидантларни маҳаллий маҳсулот сифатида қўллаш имконини берган.

Полимерлар учун стабилизатор антиоксидантлар олиш учун: рецепт бўйича ўлчанган 1-дозаторга 7 ва 10-11 идишлардан бошланғич маҳсулотлар, яъни Пентаэритрит, терефталъ кислота ва ДМСО ни солиб секин аста 1 соатда ҳарорат 65 С° гача иситилиб моддалар реакцияга таёрланади. Сўнгра А-насос ёрдамида 2- реакторга ўтказилади ва 12-идишдан F- насос орқали сульфат кислота томчилатиб қуйилади ҳарорат 150 С°гача кўтарилиб 4.5 - 5 соат давом этади ва оч жигар рангга келади ҳарорат тушурилиб реакция тўхтатилади. 3-циклон каугулятор ёрдамида маҳсулот таркибидан ДМСО ажратиб олинади натижада ўрта даражада қуйуқ модда ҳосил бўлди. Синтез қилинган модда В-насос оқали 4-паст босимли сепараторда йўлдош моддалардан ювиб олинади ҳамда С-насос оқали 5-қуритиш печида қуритилади ва 6-дезинтеграторда майдаланади тайёр силлиқ кукун ҳолатига келади.



10-расм. Полимерлар учун стабилизатор антиоксидантлар олишнинг технологик схемаси

3-жадвал

1 тонна АО-1 маркали антиоксидантнинг ишлаб чиқариш учун хом ашё нархи

№	АО-1 маркали антиоксидант	Хом-ашё нархи 1 кг учун, сўм	1 тонна ичидаги, хом ашё, кг	1 тонна антиоксидант нархи (1000 кг)
1	Пентаэритрит	20000	336	6 720 000
2	Терефталъ кислота	15400	664	10 225 600
3	Диметилсульфоксид	100000	10	1 000 000
4	Сульфат кислота	1505	0,5	750
5	Этил спирти	25140	10	251 400
Жами				18 195 000

4.1-жадвалда 1 тонна АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант ишлаб чиқариш учун дастлабки хомашё нархлари фақат бошланғич модданинг ўзи учун **18 195 000** сўм сарфланади.

4-жадвал

1 тонна синтез қилинган АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант таннархи

Номланиши	Нархи, сўм
Иш ҳақи, сум/1 кун	150 000
Ягона ижтимоий тўлов 12%	18 000
АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант	18 195 000
Кўшимча харажатлар	300 000
Кутилмаган ҳолатлар	150 000
Фойда 5%	909 750
ҚҚС 7%	63 668,5
Умумий	19 786 432,5

АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг 1 тоннасини ишлаб чиқаришда жами харажатлар 19 786 432,5 сўмга тенг бўлди.

1 тонна маҳсулот учун тўлиқ таннархга нисбатан фойда миқдори бозор талабидан келиб чиқиб 5 фоиз этиб белгиланди. 1 тонна маҳсулотдан олинадиган фойда 909 750 сўмни ташкил этади.

АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг таннархи ишлаб чиқаришда 1 тонна тайёр АО-1 маркали стабилизатор антиоксидантнинг нархи 19 786 432,5 сўмга тенг эканлиги ҳисоблаб топилди. Четдан импорт қилиниб полимерлар учун стабилизатор антиоксидант сифатида фойдаланиб келинаётган Иргонокс 1010 стабилизаторнинг (60 000 000 сўм) 1 тоннасига нисбатан 40213567,5 сўм самарали бўлиб, агарда 1та ишлаб чиқариш цехи 1 йилда 80000 кг термостабилизатор сарфласа йиллик смарадорлик 3 217 085 400 сўмни ташкил этади.

Хулосалар

Тадқиқотнинг асосий натижаларини умумлаштириб, диссертация иши давомида олинган илмий ва амалий натижалар қуйидагилардан иборат деган хулосага келишимиз мумкин:

1. Стабилизатор антиоксидант билан стабилланган полимерлардан олинган намуналарнинг физик механик хусусиятлари синов натижалари ГОСТ 11262-80 стандартига мувофиқлиги кўрсатиб берилди.

2. Полиэтилен намунасига 0,5%, 1,5% ва 3% АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилганда намунанинг узилишдаги куч, чўзилиши, чўзилишдаги мустахкамлик чегараси, чўзилишдаги эластиклик модули стабилизатор антиоксидант қўлланилмаган ҳолатдаги билан таққосланганда кўрсаткичлар юқори эканлиги аниқланди.

3. Полиэтилен намунасига 0,5%, 1,5% ва 3% АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилганда намуналарнинг ДТА ва ТГА усуллари билан термооксидланиш деструкцияси кинетикаси аниқланди.

4. Полимерлар учун стабилизатор антиоксидантлар олиш ва уларни қўллашнинг рационал миқдорлари ўрганилиши билан бирга амалиётда ишлаб чиқаришнинг оптимал технологиялари таклиф этилди.

5. Полиэтилен маҳсулотлари учун этерификация усули билан пентаэритрит (2,2-бис(гидроксиметил)пропан-1,3-диол) ёрдамида антиоксидант (АО-1) ни ишлаб чиқариш технологияси Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ да амалиётга жорий қилинди (Шўртан газ-кимё мажмуаси МЧЖ нинг 2023 йил 10 ноябрдаги 030/4314-сон маълумотномаси)..

6. Стабилизатор антиоксидантлар ишлаб чиқариш учун хомашёлар нархлари ва йиллик смарадорлик 3 217 085 400 сўмни ташкил этиши ҳисоблаб чиқилди.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

КАРАЕВ ШЕРАЛИ ТУХТАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
НОВЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ-
АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ ПОЛИЭТИЛЕНА.**

02.00.14–Технология органических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.2. PhD/T2775

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 и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net

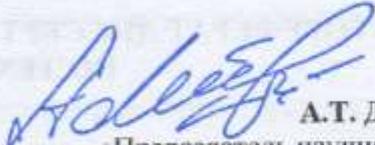
Научный руководитель:	Каримов Масъуд Убайдулла угли доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Ёдгоров Нормухаммад Доктор химических наук, профессор Вафаев Ойбек Шукурлаевич доктор технических наук, старший научный сотрудник
Ведущая организация:	Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится «15» мая 2025 г. в «11⁰⁰» часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTTI@exat.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2025/09, 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, TKTTI@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан «18» апреля 2025 года.
(протокол рассылки № 2025/09 от «18» апреля 2025 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 мире модифицирующие добавки, ограничивающие деструкцию высокомолекулярных соединений под воздействием ультрафиолетовых лучей, тепла и кислорода, являются основной группой сырья для полимерной промышленности. Поэтому важное значение имеет разработка новых видов стабилизаторов антиоксидантов, определение механизма их взаимодействия со свободными радикалами, образующимися в процессе деградации полимера, а также разработка механизмов модификации надмолекулярной структуры полимера.

В мире большое внимание уделяется научно-исследовательским работам, направленным на получение стабилизаторов антиоксидантов с высокой стабилизационной эффективностью и их включение в состав полимерных продуктов. В связи с этим особое внимание уделяется получению элементоорганических соединений, содержащих ароматические кольца с реакционноспособными гидроксильными, карбоксильными и аминокфункциональными группами, определению их стабилизационных показателей и разработке технологий их применения в качестве антиоксидантов для полимерных композиций.

В нашей республике достигнуты определенные результаты по получению новых видов импортозамещающих стабилизаторов антиоксидантов и их включению в состав полимерных изделий, определению эффективности работы в различных агрессивных средах. В стратегии развития нового Узбекистана определены важные задачи, направленные на "создание технологий получения импортозамещающей продукции из местного сырья и вторичных ресурсов"¹. В связи с этим важное значение имеет производство экономически эффективных и экологически безопасных стабилизаторов антиоксидантов и постоянное совершенствование существующих технологий при производстве полимерных изделий.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы," Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-4805 от 12 августа 2020 года "О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки в области химии и биологии" и № ПП-3264 от 29 августа 2017 года "О мерах по совершенствованию экспортно-импортной деятельности организаций химической промышленности," а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

развития науки и технологий Республики VII “Химические технологии и нанотехнологии”.

Степень изученности проблемы. В мире научные исследования по стабилизации полимеров органическими добавками и определению физико-механических, химических показателей, а также устойчивости полученных материалов к статическим и динамическим нагрузкам проводили Н.М. Эмануэль, Г.Э. Зайков, Ю.А. Шляпников, А.К. Микитаев, Э.Н. Мукменев, М.М. Мурзаканов, С.Ю. Бухаров, Камол Афзали., Сумит Кумар., М.А. Хегази, Лин Ванг и ученые из Узбекистана А.Т. Джалилов, А.С. Максумова, А. Икромов, З.А. Тожиходжаев, Х.И. Акбаров, Б.Ф. Мухиддинов, М.Г. Мухамадиев, Х.С. Бекназаров и другие.

В настоящее время в промышленности проводятся научные исследования по разработке новых современных методов модификации полимерных материалов соединениями, содержащими активные функциональные группы, совершенствованию инновационных технологий и их практическому применению с целью расширения новых видов стабилизаторов и антиоксидантов для стабилизации полимерных материалов.

В настоящее время в промышленности проводятся научные исследования, направленные на разработку новых современных методов модификации полимерных материалов с использованием соединений, содержащих активные функциональные группы, с целью расширения ассортимента новых типов стабилизаторов-антиоксидантов. Особое внимание уделяется совершенствованию инновационных технологий и их внедрению в практику для повышения эффективности стабилизации полимерных материалов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского научно-исследовательского химико-технологического института по прикладному проекту ПЗ-201701268 "Разработка добавок (стабилизаторов) для производства полиэтиленовых пленок для теплиц с эксплуатационным периодом от одного года до трех лет" (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения новых высокоэффективных стабилизаторов антиоксидантов, обеспечивающих долгосрочную стабильность полиэтиленовых материалов.

Задачи исследования:

разработка методов получения стабилизаторов и антиоксидантов, обеспечивающих долгосрочную стабильность полиэтиленовых материалов и исследование их физико-химических свойств;

определение взаимодействия новых стабилизаторов-антиоксидантов с полиэтиленовыми материалами и их устойчивости к стабилизации, температуре и окислению;

определение физико-химических и механических свойств полимеров, модифицированных стабилизаторами-антиоксидантами;
разработка и внедрение современной эффективной технологии производства стабилизаторных антиоксидантов.

Объектами исследования являются фенол, пентаэритрит, фталевый ангидрид, салициловая кислота, терефталевая кислота и различные марки полиэтилена.

Предметом исследования является эффективность стабилизации антиоксидантов-стабилизаторов, физико-химические, механические и технико-экономические показатели получаемых полимеров.

Методы исследования. Для определения физико-химических свойств стабилизированных антиоксидантов и стабилизированных полиэтиленов, полученных в результате исследований, использовались методы ИК-спектроскопии, атомно-силовой микроскопии (АСМ), термогравиметрии (ТГ), дифференциальной термогравиметрии (ДТГ) и деградации ксеноновых дуговых ламп (Xenotest).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе каталитической реакции фенола, пентаэритрита, фталевого ангидрида, салициловой кислоты и терефталевой кислоты синтезированы стабилизаторы антиоксидантов, повышающие устойчивость полиэтилена к окислению и УФ-излучению;

установлено, что стабилизационная эффективность синтезированных стабилизаторов-антиоксидантов зависит от гидроксильных, карбонильных, аминогрупп и ароматического кольца;

обосновано, что разрывная нагрузка стабилизированных полиэтиленов увеличилась до 259 Н, а модуль упругости - до 33 Н/мм² по сравнению со стабилизированными полиэтиленами;

установлено, что длина дисперсных частиц в составе полиэтиленов, стабилизированных стабилизирующим антиоксидантом, составляет до 2 микрон, а распределение высоты - 244 нм;

разработаны принципиальная технологическая схема и технико-экономическое обоснование получения стабилизаторных антиоксидантов.

Практические результаты исследования состоят из следующих:

разработаны оптимальные технологические параметры получения стабилизаторов-антиоксидантов;

разработана технология применения полученных стабилизаторов-антиоксидантов к полиэтиленам линейного, низкой плотности, высокой текучести, среднего и низкого давления;

установлено, что эффективность стабилизации высока при количестве использования 350-700 ppm в процессе модификации полиэтилена;

установлено, что стабильность и физико-механические показатели полученного полиэтилена при замене импортируемых стабилизаторов-антиоксидантов синтезированными соответствуют стандартным техническим требованиям.

Достоверность результатов исследования объясняется тем, что состав и структура синтезированных стабилизаторов-антиоксидантов доказаны современными физико-химическими методами, такими как ИК-спектроскопия, термогравиметрический анализ и атомно-силовая микроскопия, а также подтверждением эффективности стабилизаторов-антиоксидантов в стабилизации полимеров и увеличении срока службы в экспериментальных и производственных процессах.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что выявлены механизмы замедления процесса окисления полиэтилена под воздействием высоких температур, УФ-лучей и агрессивных сред с помощью полученных антиоксидантов, обосновано влияние гидроксильных, карбонильных, аминогрупп и ароматического кольца на физико-химические свойства деградирующего полимера и процессы образования свободных радикалов, усовершенствованы методы модификации линейных полимеров полученными стабилизаторами.

Практическая значимость результатов исследования заключается в получении антиоксидантов с высокими показателями стабилизации и термоокислительной стабильностью без участия тяжелых металлов на основе разработанной технологии, определении способов их применения в процессах полимеризации и экструзии полиэтилена, разработке экологически и экономически эффективных технологий получения материалов на основе линейных полимеров с использованием органических полифункциональных соединений.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения синтезированного стабилизатора антиоксиданта и его практического применения:

Технология получения стабилизатора антиоксиданта методом этерификации внедрена на предприятии ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (справка ООО "Шуртанский газохимический комплекс" № 030/4314 от 10 ноября 2023 г.). В результате появилась возможность повышения устойчивости и срока службы полимеров к ультрафиолетовым лучам при применении стабилизатора антиоксиданта в расплаве полиэтилена в количестве 0,5-3,0%;

Полученный антиоксидант марки АО1 внедрен в практику на предприятии ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (справка ООО "Шуртанский газохимический комплекс" № 030/4314 от 10 ноября 2023 г.). В результате стало возможным локализовать импортозамещающие высококачественные стабилизаторы антиоксидантов для полиэтиленов марок F-0220 S, I-1561 и PY-342.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 7 конференциях, в том числе на 1 международной и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 6 статей в научных изданиях,

рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 107 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы, охарактеризованы цель и задачи, объект и предмет исследования, степень изученности, методы исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, раскрыты научная новизна и практическая значимость исследования, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, достоверности проведенных исследований, апробации и опубликованности результатов, объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **"Современные методы получения стабилизаторов антиоксидантов для полимерных изделий и перспективы их применения"** подробно освещены результаты проведенных исследований по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы. Обобщены данные и сделаны научно-аналитические выводы, а также определены цель, задачи, актуальность и важность диссертационной работы на основе данных научной литературы.

Во второй главе диссертации **"Получение и исследование высокоэффективных стабилизаторов антиоксидантов для полимеров"** синтезирован стабилизатор антиоксидант марки **АО-1** для полиэтиленовых продуктов методом этерификации с использованием пентаэритрита (2,2-бис(гидроксиметил) пропана-1,3-диола) $C(CH_2OH)_4$. Проанализирован ИК-спектр полученного вещества (рис. 1).

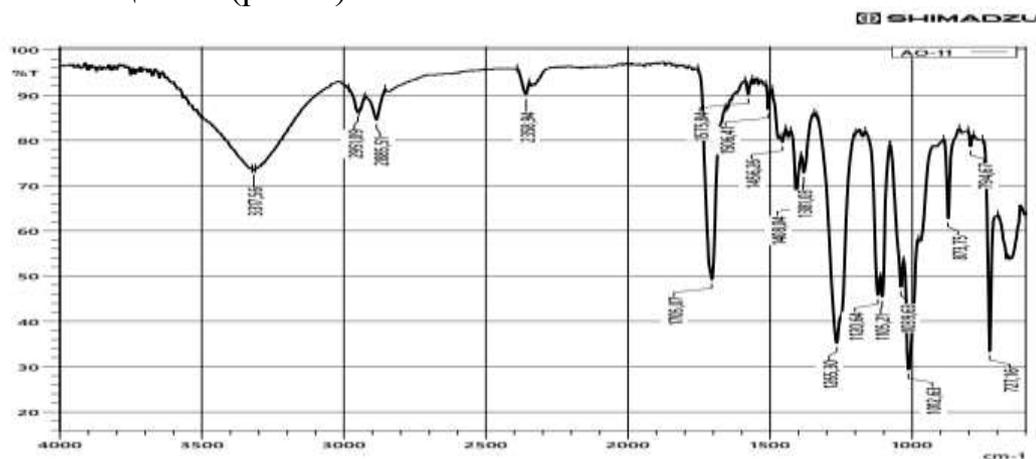


Рисунок 1. ИК-спектр стабилизатора антиоксиданта марки АО-1

Стабилизатор марки АО-1 в ИК-спектре антиоксиданта (рис.1) содержит диапазоны $3317,56-2951,09\text{ см}^{-1}$, соответствующие колебаниям в области поглощения группы ОН, некоторые характерные частоты гидроксильных

Стабилизатор марки АО-2 в ИК-спектре антиоксиданта (рис. 2.6) содержит диапазоны 3325,28-2951,09 см⁻¹, соответствующие колебаниям в области поглощения группы ОН, некоторые характерные частоты гидроксильных групп тесно связаны с образованием молекулярной водородной связи. На практике наиболее важными группами являются полосы, относящиеся к частоте колебаний в области поглощения ОН при частоте 2885,51-2331,94 см⁻¹ и колебаниям свободного изгиба ароматической группы в диапазоне 1039,63-1014,56 см⁻¹, полосы в области 1714,72-1705,07 см⁻¹ соответственно связаны с растянутыми колебаниями групп (-C=O). 1014,56 см⁻¹ означает незамещенное ароматическое кольцо. Из приведенных анализов следует, что механизм реакции АО-2 следующий.

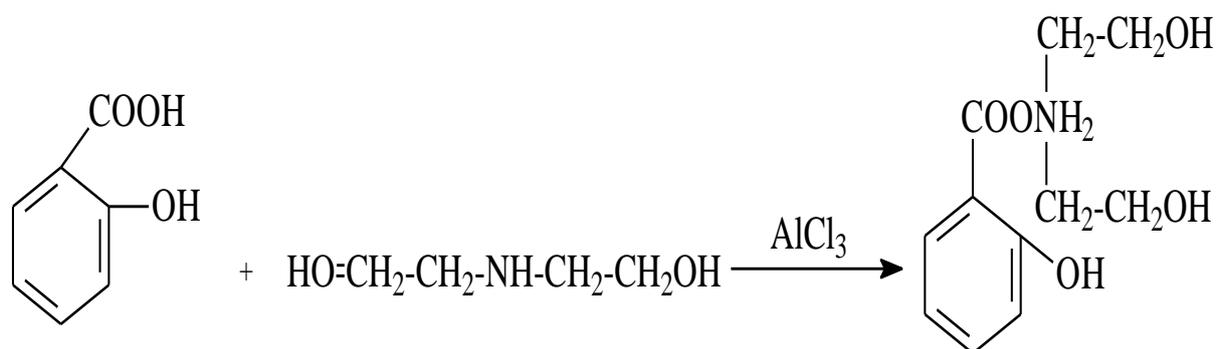


Рисунок 4. Реакционный механизм стабилизатора антиоксиданта марки АО-2

После ИК-анализа и исследования синтезированный антиоксидант перерабатывали в экструдере "Jinan Himax LSB" путем смешивания с полиэтиленовыми продуктами марки F-0220 S, PY-342 высокого, среднего и низкого давления с линейной низкой текучестью методом CLAWSON.

В третьей главе диссертации **"Результаты исследований синтезированных антиоксидантов-стабилизаторов для полимеров и их обсуждение"** изучены термическая стабильность, термостойкость и физико-механические свойства различных марок полиэтиленов, стабилизированных полученными антиоксидантами.

Влияние лопаток, полученных из полимеров, стабилизированных антиоксидантом-стабилизатором марки АО-1, на напряжение при растяжении. Результаты этих испытаний были выполнены в соответствии со стандартом ГОСТ 11262-80.

Прочность на разрыв, удлинение, предел прочности при растяжении, модуль упругости при растяжении образца при использовании стабилизатора АО-1 марки F-0220 S с антиоксидантом 0,5%, 1,5% и 3% по сравнению с образцом без антиоксиданта отражены в таблице 1. Для исследования были отобраны образцы лопаток, полученных из полимеров, стабилизированных антиоксидантом-стабилизатором марки АО-1.

Таблица 1

Анализ физико-механических свойств полиэтилена марки F-0220 S, модифицированного стабилизатором антиоксидантом марки АО-1.

Образцы	Усилие при разрыве, Н	Растяжение, мм	Предел прочности при растяжении σ_p , Н/мм ²	Модуль упругости, Н/мм ²
Основание ПЭ F-0220s	500	500	25	255
ПЭ+0.5% АО-1	759	660	37	289
ПЭ+1.5% АО-1	651	648	32	267
ПЭ+3.0% АО-1	588	540	31	247

Образцы изготовлены в виде пластин с площадью разреза 20 мм². Рабочий диапазон образца составляет 50 мм.

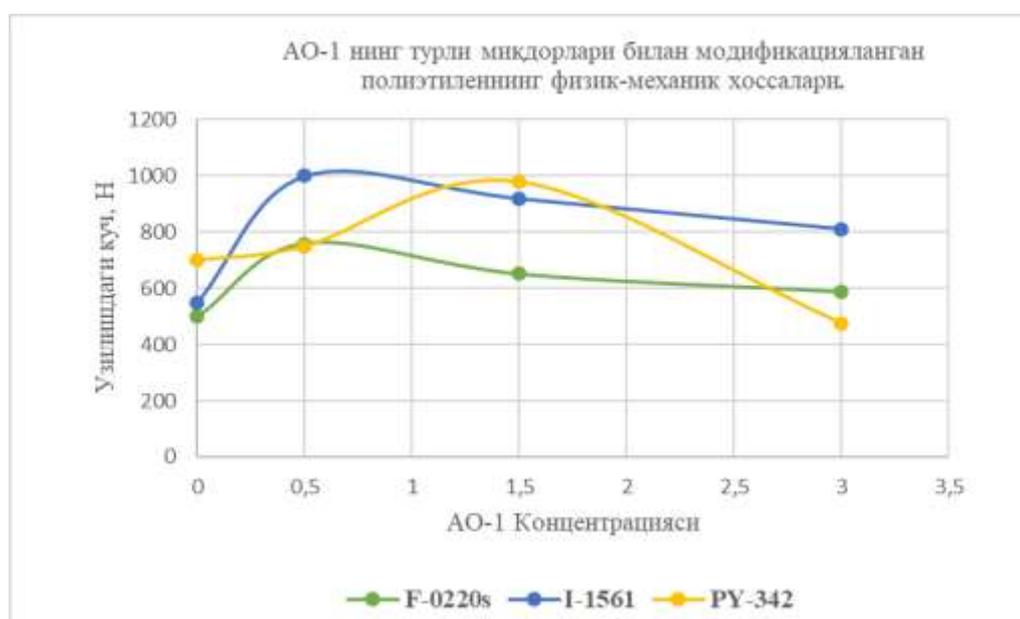


Рисунок 5. Диаграмма влияния концентрации на разрывную нагрузку полиэтиленов марок F-0220 S, I-1561 и PY-342, модифицированных антиоксидантом-стабилизатором марки АО-1.

При добавлении к полиэтилену антиоксидантов-стабилизаторов марки АО-1, синтезированных на основе этих экспериментов, было замечено, что его физико-механические свойства сместились в сторону положительных показателей.

В таблице 2 ниже показаны разрывная нагрузка, предел прочности при растяжении, модуль упругости при растяжении образца при использовании стабилизатора АО-2 марки PY-342 с антиоксидантом 0,5%, 1,5% и 3% по сравнению с образцом без антиоксиданта.

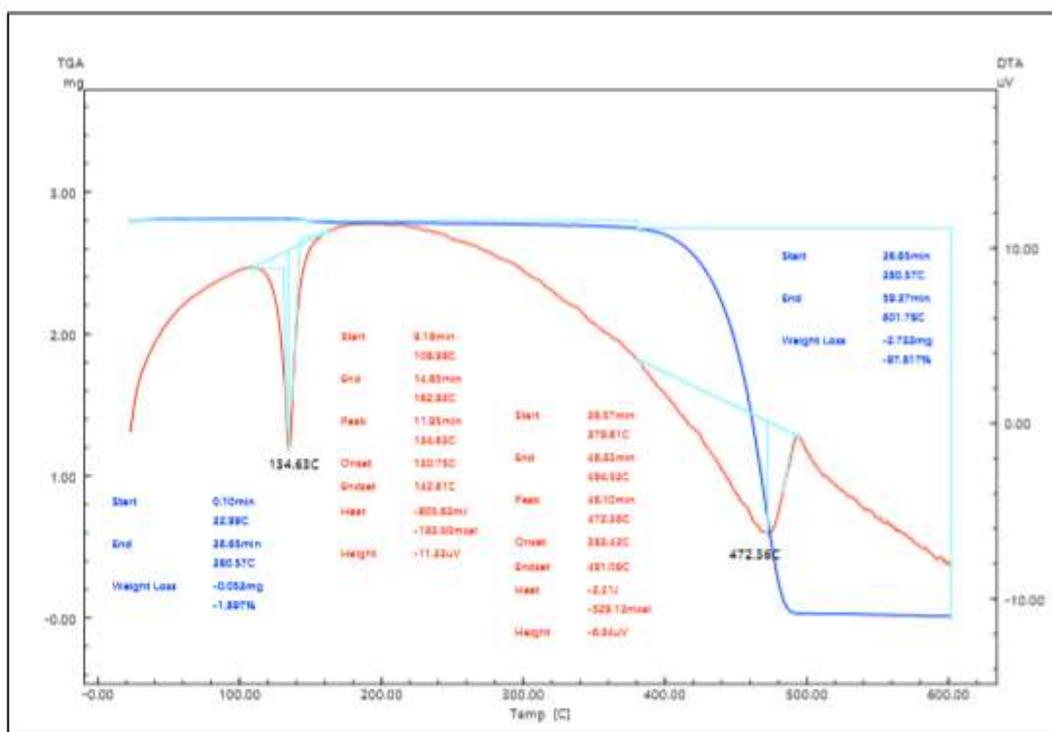
Таблица 2.

Анализ физико-механических свойств полиэтилена марки РУ-342, модифицированного антиоксидантом-стабилизатором марки АО-2.

Образцы	Усилие при разрыве, Н	Растяжение, мм	Предел прочности при растяжении σ_p , Н/мм ²	Модуль упругости, Н/мм ²
Основание ПЭ РУ-342	700	486	42	465
ПЭ+0.5% АО-2	879	566	45	228
ПЭ+1.5% АО-2	962	549	48	841
ПЭ+3.0% АО-2	720	380	26	395

При добавлении к полиэтилену стабилизирующих антиоксидантов марки АО-2, синтезированных на основе этих экспериментов, было замечено, что его физико-механические свойства сместились в сторону положительных показателей.

Приведена дериватограмма образца полиэтилена марки РУ-342 с применением стабилизатора марки АО-1 и антиоксиданта, которая состоит из 2 кривых.

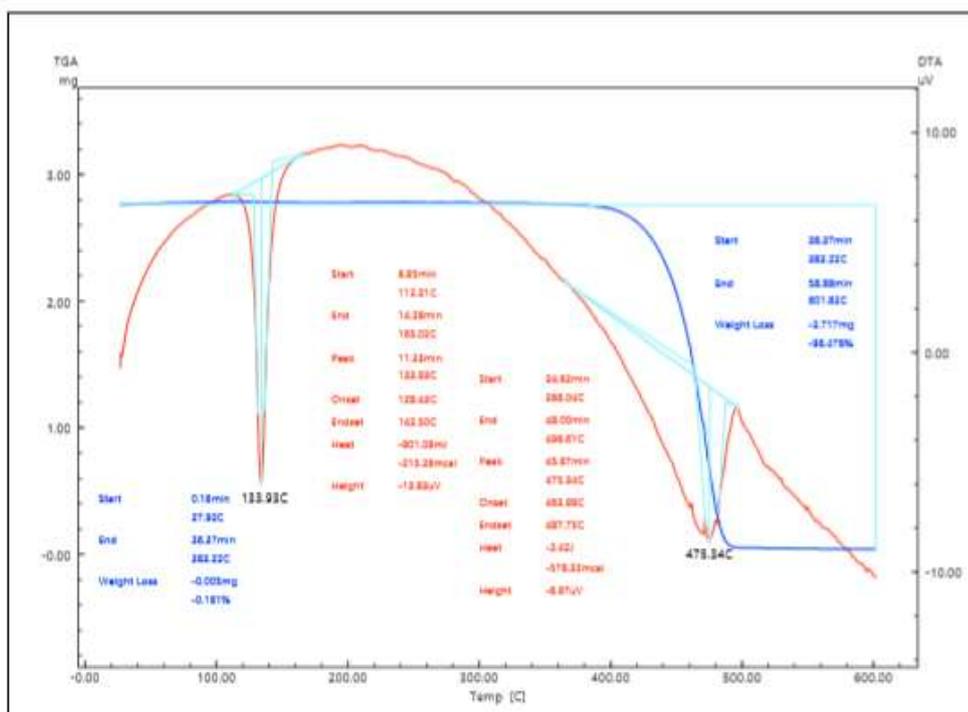


**Рисунок 6. Дериватограмма образца полиэтилена марки РУ-342 с применением стабилизатора марки АО-1 и антиоксиданта
ТГА-кривая термогравиметрического анализа;
ДТА - кривая дифференциально-термического анализа.**

На кривой дериватограммы (ДТА) обнаружен эндотермический эффект с двумя поглощениями тепла при 134,63⁰С и 472,36⁰С, экзотермический эффект с выделением тепла не наблюдается. Анализ кривой термогравиметрии (ТГА) показывает, что на кривой ТГА происходит 2 интенсивных температурных интервала распада. 1-й интервал разложения происходил в интервале температур 22,99-380,57⁰С с потерей массы 0,053 мг или 1,897%.

2-й интервал разложения наблюдался при хароратх 380,57-601,78⁰С с потерей массы 2,733 мг или 97,817%. Общее уменьшение массы в интервале температур 14,94 - 601,24⁰С составило 2,786 мг или 99,714%, что заняло 59,37 минут.

Приведена дериватограмма образца полиэтилена марки Р-У342 с использованием стабилизатора марки АО-2 и антиоксиданта, которая состоит из 2 кривых.



**Рисунок 7. Дериватограмма образца полиэтилена марки Р-У342 с применением стабилизатора марки АО-2 и антиоксиданта
ТГА-кривая термогравиметрического анализа;
ДТА - кривая дифференциально-термического анализа.**

На кривой дериватограммы (ДТА) обнаружены два эндотермических эффекта при 133,93⁰С и 475,34⁰С, экзотермический эффект не наблюдался. Анализ кривой термогравиметрии (ТГА) показывает, что на кривой ТГА происходит 2 интенсивных температурных интервала распада. 1-й интервал разложения произошел в интервале температур 27,92-383,22⁰С с потерей массы 0,005 мг или 0,181%. 2-й разлагающийся интервал наблюдался при хароратх 383,22-601,83⁰С, было обнаружено, что потеря веса составила 2,717 мг или 98,478%. Общее уменьшение массы в интервале температур 27,92 - 601,83⁰С составило 2,722 мг или 98,659%, что составило 58,88 минут.

Анализ дисперсной морфологии поверхности образцов полиэтилена с применением стабилизаторов-антиоксидантов методом атомно-силовой микроскопии

Фазовый анализ методом АСМ показал, что для образца полиэтилена марки F-0220S I-1561 РУ-342 были определены размеры и распределение дисперсных частиц в полиэтиленовых композициях, стабилизированных антиоксидантом в различных соотношениях.

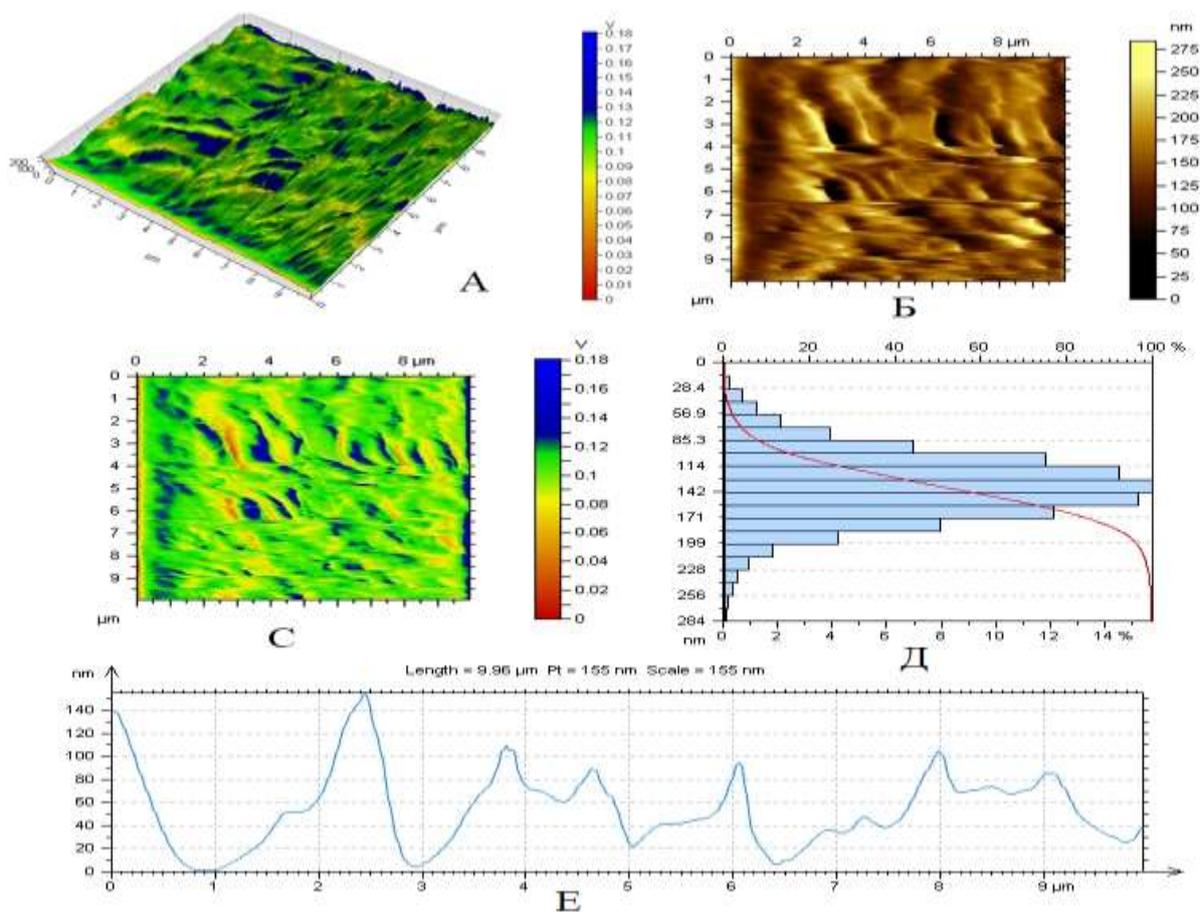


Рисунок 8. Микроскопический анализ дисперсной морфологии внешней поверхности образца полиэтилена марки F-0220S I-1561 PY-342 с применением 0,5% антиоксидантного стабилизатора марки АО-1 методом атомно-силовой микроскопии.

Наблюдаются частицы дисперсной фазы микронных размеров вытянутой формы в составе PE+АО1 0,5% (рис. 3.33 А, Б, В, Г, Д). Данная композиция содержит частицы вытянутой формы, размеры которых составляют до 2 микрон в длину и от 275 нм до микронных размеров в ширину. Частицы неравномерно распределены вокруг осей X, Y, Z и также ориентированы в определенном направлении. Распределение частиц по высоте показывает, что максимальное количество частиц имеет размер 142 нм (рис. 8).

Наблюдаются частицы дисперсной фазы микронных размеров вытянутой формы в составе PE+АО1 1,5% (рис. 3.34 А, Б, В, Г, Д). Данная композиция содержит частицы вытянутой формы, размеры которых составляют до 2 микрон в длину и от 300 нм до микронных размеров в ширину. Частицы неравномерно распределены вокруг осей X, Y, Z и также ориентированы в определенном направлении. Распределение частиц по высоте показывает, что максимальное количество частиц имеет размер 195 нм.

Изучение процесса деградации лопаток марки АО-1 с добавлением стабилизатора и антиоксиданта под воздействием источников света в лаборатории - ксеноновых дуговых ламп и кислорода.

Этот процесс был исследован на основе требований O'z DSt ISO 4892-2:2019 (ISO 4892-2:2013 (E), MOD) и методов воздействия на пластмассы - источники света в лаборатории - ксеноновые дуговые лампы ГОСТ Р 8.630-2007 ISO 4582:2017 ASTM D 7869, ASTM G151, G155, D 2565.

Начальное состояние (0 дней):

Структура: Полимер был разработан недавно, и вещество имеет ту же структуру.

Особенности: Поверхность не соответствующим образом модифицирована, отсутствуют микроскопические дефекты. Начало процесса деградации (5-20 дней): Под воздействием солнечного света (ультрафиолетового диапазона) и кислорода молекулярные цепи полимера разъединяются. Химические превращения: Окисление: Связи С-Н превращаются в С=О (карбонильные группы) или гидроксильные (ОН) группы.

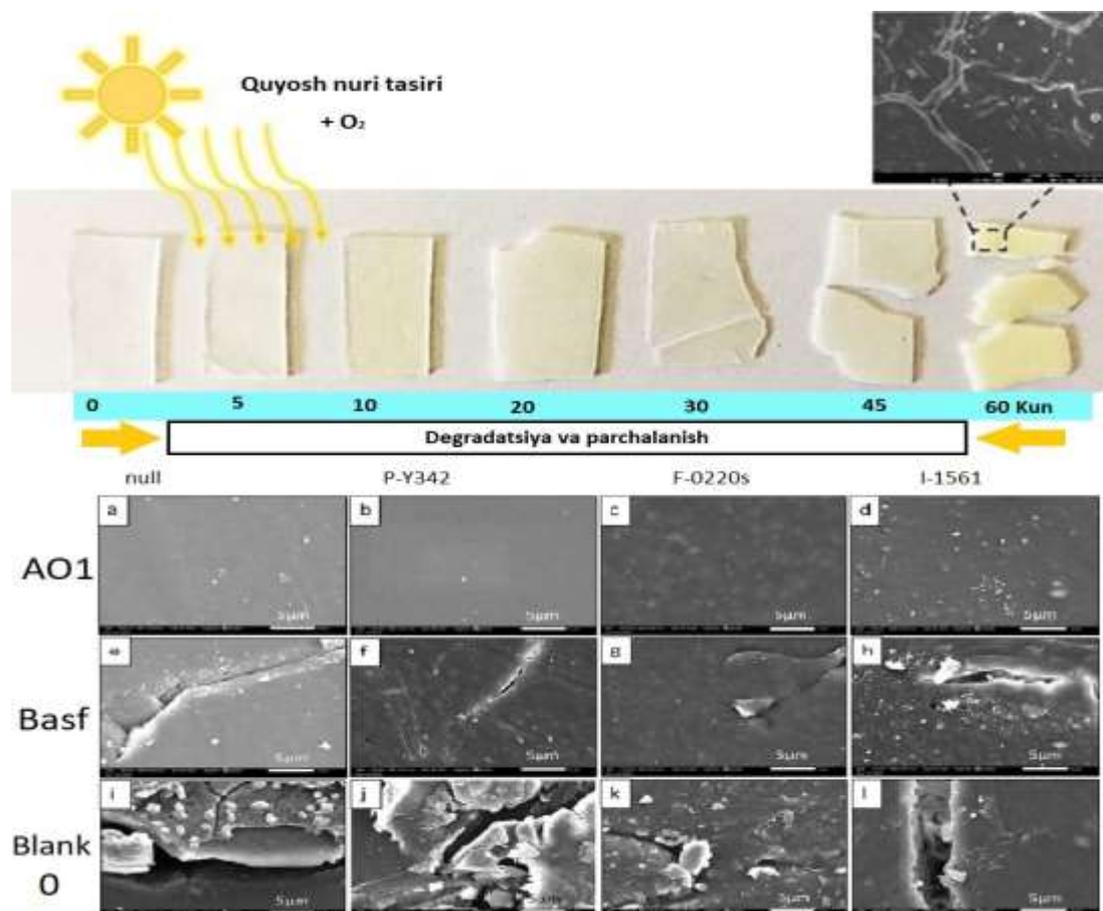


Рисунок 9. Изучение процесса деградации полиэтилена АО-1, BASF и BLANK 0 под воздействием ксеноновых дуговых ламп и кислорода

Радикальные реакции: Связи между молекулами полимера разрушаются, что ускоряет деградацию. Результаты: На поверхности вышеуказанного процесса появляются осадки, микротравмы или микрочастицы (видимые под микроскопом). Процесс расслабления (30-45 дней): Физические нарушения усиливаются. На поверхности материала: Возникают глубокие трещины, большие расщелины. Микроструктура: Анализ под электронным

микроскопом показывает, что полимер переходит в рассеянное, пористое состояние. Полный распад (60 дней): Самые крупные фрагменты полимера распадаются на несколько частей. Экологическая опасность: появившиеся микро-и нанопластики могут сохраняться в окружающей среде в течение длительного времени. Анализ электронного микроскопа

Ряд АО1 (a-d): Это может указывать на защищенный вариант полимера (с антиоксидантными или ультрафиолетовыми защитными добавками). Особенности: трещины менее заметны. Поломка ниже. Добавки в этом материале могут замедлять деградацию.

Ряд Басфа (e-h): Трещины и структурные изменения: В структуре хорошо видны небольшие трещины. В микроскопе заметны интересные точки или мелкие отверстия, связанные с карбонильными группами. Это отражает начальные этапы процесса деградации.

Ряд Бланка 0 (i-l): Глубокое расщепление: Предмет полностью рассеялся, образуя микро- и нано-дырки. Появление разветвленных и рассеянных структур указывает на полноту деградации. В результате поверхность заполнена микропорками. Роль солнечных лучей (ультрафиолетовый эффект) и ксеноновых ламп. Ультрафиолетовые лучи, исходящие от солнца, оказывают чрезвычайно сильное воздействие на молекулярные цепи полимеров. Это ослабляет полимерные цепи и снижает их способность растягиваться или разрушаться. При этом в основном происходит фотоокисление.

Ксеноновые лампы: в лабораторных условиях повторяется ультрафиолетовая часть солнечных лучей. Этот метод используется для ускорения деградации в естественных условиях. Анализ с помощью ксеноновых ламп помогает предсказать, как материал распадается в реальных условиях.

Экологическое значение. Продукты деградации: При разложении полимера образуются микро- и нанопластики, которые: Проникают в почвенные и водные системы. Она может усилить химическое загрязнение посредством цепной реакции. Роль добавок: Добавки были использованы для контроля деградации (например, материалы серии АО-1). Такие материалы разработаны для применения в различных отраслях промышленности. Значимость исследования: Понимание процесса деградации полимеров важно для их переработки и прогнозирования экологических последствий. Используя ксеноновые лампы, можно быстро оценить процесс деградации и определить срок службы полимеров.

В четвертой главе диссертации **"Технологическая схема и технико-экономическая эффективность получения стабилизаторных антиоксидантов для полимеров"** освещены технологии производства стабилизаторных антиоксидантов.

Стремительное развитие промышленности приводит к увеличению спроса на полимерные изделия. В настоящее время одной из актуальных задач является создание новых эффективных стабилизирующих антиоксидантов на основе дешевого и местного сырья для модификации полиэтилена и полипропилена. А стабилизаторные антиоксиданты, полученные на основе

дешевого и местного сырья, повышают их физико-химическую и механическую стабилизационную активность и в то же время являются экономически недорогими.

На базе ООО "Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии" разработана технологическая схема получения стабилизаторов антиоксидантов для полимеров. Особенностью и преимуществом предлагаемой технологической схемы получения стабилизаторных антиоксидантов для различных марок полиэтилена является осуществление технологического процесса в непрерывном режиме, удобство производства, безопасность технологического процесса. Реакция проводилась при низких температурах, технологии проводились в более упрощенном порядке. Технологическая схема производства представлена на рисунке 10.

На тему разработки технологии получения новых стабилизаторных антиоксидантов для полимеров синтезированы новые стабилизаторные антиоксиданты, содержащие гидрокси- и феноксигруппы. На основе полученных научных результатов по разработке и практическому применению технологии получения синтезированного стабилизатора-антиоксиданта: технология получения стабилизатора-антиоксиданта марки АО-1 для стабилизации полимеров и увеличения срока службы внедрена в ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (справка ООО "Шуртанский газохимический комплекс" № 030/4314 от 10 ноября 2023 г.). В результате, при добавлении в плав полиэтилена небольших количеств (0,5-1,5-3,0%) стабилизатора антиоксиданта улучшается текучесть, ударная вязкость, удлинение до разрыва и прочность на разрыв. Технология производства антиоксиданта (АО1) для полиэтиленовых изделий методом этерификации с использованием пентаэритрита (2,2-бис (гидроксиметил) пропан-1,3-диола) внедрена в ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (справка ООО "Шуртанский газохимический комплекс" № 030/4314 от 10 ноября 2023 г.). В результате стало возможным использовать импортозамещающие высококачественные стабилизаторы антиоксидантов для полиэтиленов марок F-0220 S, I-1561 и PY-342 в качестве местного продукта.

Для получения стабилизаторов антиоксидантов для полимеров: в 1-й дозатор, измеренный по рецепту, из емкостей 7 и 10-11 помещают исходные продукты, а именно пентаэритрит, терефталевую кислоту и ДМСО, и постепенно нагревают до 65°C в течение 1 часа для подготовки веществ к реакции. Затем с помощью насоса А перекачивается в реактор 2 и из сосуда 12 с помощью насоса F капельно заливается серная кислота, температура поднимается до 150°C, продолжается 4,5 - 5 часов, окрашивается в светло-коричневый цвет, температура понижается и реакция прекращается. С помощью 3-циклонного коагулятора из состава продукта выделяется ДМСО, в результате чего образуется средне густое вещество. Синтезированное вещество промывается от сопутствующих веществ в сепараторе низкого давления 4 с помощью V-насоса, затем сушится в сушильной печи 5 с помощью С-насоса и измельчается в дезинтеграторе 6 до состояния готового гладкого порошка.

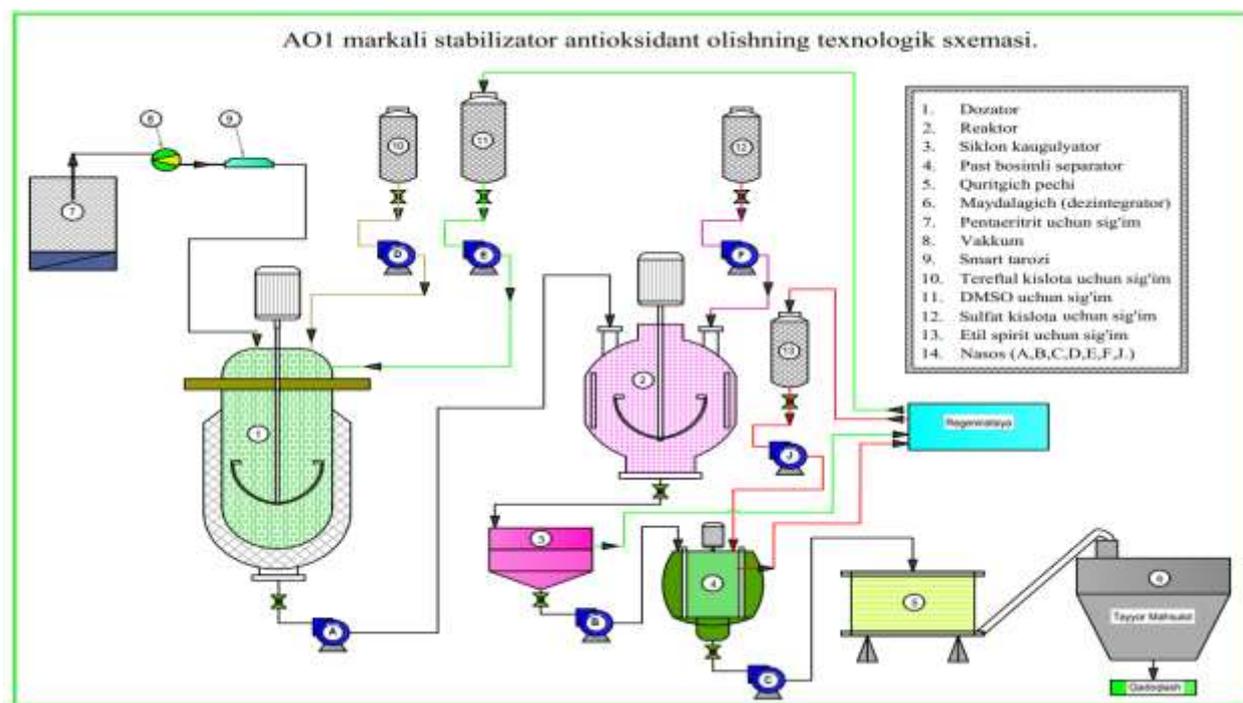


Рисунок 10. Технологическая схема получения стабилизаторов антиоксидантов для полимеров

**Таблица 3
Стоимость сырья для производства 1 тонны антиоксиданта марки АО-1**

№	Антиоксидант марка АО-1	Цена сырья 1 кг, сум	Сырье для 1 тонны продукта, кг	Цена 1 тонны антиоксиданта (1000 кг)
1	Пентаэритрит	20000	336	6 720 000
2	Терефталевая кислота	15400	664	10 225 600
3	Диметилсульфоксид	100000	10	1 000 000
4	Серная кислота	1505	0,5	750
5	Этиловый спирт	25140	10	251 400
Всего				18 195 000

В таблице 3 стоимость исходного сырья для производства 1 тонны стабилизатора антиоксиданта марки АО-1 составляет **18 195 000** сумов только за исходное вещество.

**Таблица 4
Себестоимость 1 тонны синтезированного антиоксидантного стабилизатора марки АО-1**

Наименование	Цена, сум
Заработная плата, сум/1 день	150 000
Единый социальный платеж 12%	18 000
Стабилизатор антиоксидант марки АО-1	18 195 000
Дополнительные расходы	300 000
Непредвиденные обстоятельства	150 000
Прибыль 5%	909 750
НДС 7%	63 668,5
Общий	19 786 432,5

Общие затраты на производство 1 тонны стабилизатора антиоксиданта марки АО-1 составили 19 786 432,5 сумов.

Размер прибыли на 1 тонну продукции по отношению к полной себестоимости установлен в размере 5 процентов исходя из рыночного спроса. Прибыль с 1 тонны продукции составляет 909 750 сумов.

Было рассчитано, что себестоимость стабилизатора антиоксиданта марки АО-1 составляет 19 786 432,5 сумов за 1 тонну готового стабилизатора антиоксиданта марки АО-1. По сравнению с 1 тонной импортируемого стабилизатора Irgonoks 1010 (60 000 000 сум), используемого в качестве антиоксиданта для полимеров, эффективность составляет 40213567,5 сум, а если один производственный цех расходует 80 000 кг термостабилизатора в год, годовая эффективность составляет 3 217 085 400 сум.

Выводы

Обобщая основные результаты исследования, можно сделать вывод, что научные и практические результаты, полученные в ходе диссертационной работы, заключаются в следующем:

1. Показано, что результаты испытаний физико-механических свойств образцов, полученных из полимеров, стабилизированных стабилизирующим антиоксидантом, соответствуют стандарту ГОСТ 11262-80.

2. Установлено, что при применении к образцу полиэтилена антиоксиданта стабилизатора АО-1 марки 0,5%, 1,5% и 3% показатели разрывной нагрузки, растяжения, предела прочности при растяжении, модуля упругости при растяжении образца выше по сравнению с образцом без применения антиоксиданта стабилизатора.

3. Определена кинетика термоокислительной деструкции образцов методами ДТА и ТГА при применении к образцу полиэтилена стабилизирующего антиоксиданта АО-1 марки 0,5%, 1,5% и 3%.

4. Изучены рациональные количества стабилизаторов антиоксидантов для полимеров и предложены оптимальные технологии их производства на практике.

5. Технология производства антиоксиданта (АО-1) с использованием пентаэритрита (2,2-бис (гидроксиметил) пропан-1,3-диола) методом этерификации для полиэтиленовых изделий внедрена в ООО "Шуртанский газохимический комплекс" (справка ООО "Шуртанский газохимический комплекс" № 030/4314 от 10 ноября 2023 г.).

6. Рассчитано, что стоимость сырья и годовая эффективность производства стабилизаторных антиоксидантов составляет 3 217 085 400 сум.

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

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

KARAEV SHERALI TUKHTAEVICH

**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY FOR
OBTAINING NEW HIGHLY EFFECTIVE ANTIOXIDANT STABILIZERS
FOR POLYETHYLENE.**

2.00.14-Technology of organic substances and materials based on them

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

Tashkent – 2025

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 B2024.2. PhD/T2775.

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

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

Research supervisor:

Karimov Masud

Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Yodgorov Normuhammad

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Vafaev Oybek Shukurlaevich

Doctor of technical sciences, Senior Researcher

Tashkent Chemical-Technological Institute

Leading organization:

The defense of the dissertation will take place on "15" may 2025 at "11⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.78.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n/a Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

The dissertation was registered at the Information Resource Center of Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology No. 2025/09, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation was sent out "18" april 2025.

(distribution protocol No. 2025/09 dated "18" april 2025).



A.T. Dzhaliyov

Chairman of the Scientific Council for Awarding of the scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, Academic

Sh.N. Kiyomov

Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding the scientific degrees, Doctor of Technical Sciences

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 research work development of a technology for obtaining new high-efficiency stabilizer-antioxidants that ensure the long-term stability of polyethylene materials.

The object of research work phenol, pentaerythritol, phthalic anhydride, salicylic acid, terephthalic acid, and various grades of polyethylene were used.

The scientific novelty of the research is:

based on the catalytic reaction of phenol, pentaerythritol, phthalic anhydride, salicylic acid, and terephthalic acid, stabilizer-antioxidants were synthesized to enhance the oxidation resistance and UV stability of polyethylene;

it was determined that the stabilization efficiency of the synthesized stabilizer-antioxidants depends on the presence of hydroxyl, carbonyl, amine groups, and an aromatic ring;

the tensile strength of stabilized polyethylene increased to 259 N, and the elasticity modulus reached up to 33 N/mm² compared to unstabilized polyethylene;

the length of dispersed particles in polyethylene stabilized with the antioxidant stabilizer was found to be up to 2 microns, and the height distribution was 244 nm;

a fundamental technological scheme for obtaining stabilizer-antioxidants and their techno-economic justification was developed.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained in the development and practical application of the synthesized antioxidant stabilizer technology:

The technology for obtaining a stabilizer-antioxidant using the esterification method has been implemented at the Shurtan Gas Chemical Complex LLC (based on certificate No. 030/4314 dated November 10, 2023, from Shurtan Gas Chemical Complex LLC). As a result, the application of the stabilizer-antioxidant in polyethylene melt at a concentration of 0.5–3.0% has led to an increase in the resistance of polymers to ultraviolet radiation and an extension of their service life;

The obtained antioxidant of the AO1 brand has been implemented at the Shurtan Gas Chemical Complex LLC (based on certificate No. 030/4314 dated November 10, 2023, from Shurtan Gas Chemical Complex LLC). As a result, it has enabled the localization of high-quality stabilizer-antioxidants as a substitute for imported products for polyethylene grades F-0220 S, I-1561, and PY-342.

The structure and volume of the dissertation. The composition of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, A list of used literature and an appendix. The volume of the dissertation is 107 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

І бўлим (І часть, І part)

1. Қараев Ш.Т, Нуркулов Ф.Н, Джалилов АТ. Исследование термоокислительной деструкции азот и борсодержащих олигомерных антиперенов, Технология полимерных и композиционных материалов. Кимё ва кимё технологияси 1 қисм 2014 Б 30-32 (02.00.00. №3)

2. Қораев Ш.Т, Бекназаров Х.С., оценка эффективности стабилизации полиэтилена производными госсипола. Научные журналы Universum: химия и биология. <https://7universum.com/nature> 05 мая 2021 года (02.00.00. №1).

3. Karaev Sherali, Karimov Masud, Jalilov Abdulakhat. Stabilization of polyethylenes f-0220s, py-342, i- 1561 with antioxidant stabilizer ao-1. Science and innovation international scientific journal volume 2 issue 12 december 2023 <https://doi.org/10.5281/zenodo.10397009>. (№12, Index Copernicus; №23, Scientific journal impact factor)

4. Караев Ш.Т., Каримов М.У. Джалилов А.Т АО-2 маркали антиоксидант қўлланилган РУ-342, I-1561, F-0220s полиэтилен намуналарининг дифференциал ва термограваметрик тахлили. Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali impact factor: 8.2 | 2181-3035 | № 3(40) 15.02.2024. (№12, Index Copernicus; №23, Scientific Journal Impact Factor).

5. Karaev Sherali, Karimov Masud, Jalilov Abdulakhat. Synthesis of Antioxidant Stabilizers AO-1, Their Application to Polyethylenes, IR Spectral and Thermogravimetric Analysis of Stabilized Polyethylenes. AMERICAN Journal of Engineering, Mechanics and Architecture. Volume 2, Issue 2, 2024 ISSN (E): 2993-2637. (February, 2024) (№23, Scientific Journal Impact Factor).

6. Караев Ш.Т., Каримов М.У. Джалилов А.Т АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант билан модификацияланган f-0220 s, i-1561 ва py-342 маркали полиэтилен намуналарининг физик-механик хоссалари тахлили. Arxitektura, Muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali issn: 21813469jild: 03 nashr: 02 2024yil (№23, Scientific Journal Impact Factor).

II бўлим (II часть, II part)

7. Қораев Ш.Т, Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Изучение физико-механических свойств олигомерных производных госсипола и «ирганокс-1010» при стабилизации полиэтилена, IV республика илмий-амалий анжумани «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» Термиз, 1-қисм. 2014. -Б. 312-313.

8. Қораев Ш.Т, Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т, Влияние соотношения реагентов на синтез олигомерного антиоксиданта реакцией взаимодействия госсипола с аллиламином, IV республика илмий-амалий анжумани «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» Термиз, 1-қисм. 2014. -Б. 314-315.

9. Қораев Ш.Т., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., ИК спектроскопический анализ олигомерных производных госсипола, IV республика илмий-амалий анжумани «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» Термиз, 2-кисм. 2014. -Б. 59-61.

10. Караев Ш.Т., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Синтез антиоксидантов АО-4 и АО-5 реакциями взаимодействия госсипола с мочевиной и меламином. “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг ечимлари” халқаро илмий-амалий онлайн-конференция илмий ишлар тўплами. Ташкент, 2021 йил 28 май, Б, 184-186.

11. Караев Ш.Т., Каримов М.У. Джалилов А.Т., АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган РҮ-342 полиэтилен намунасининг дериватограммаси таҳлили. «Termoreaktiv oligomerlar, polimerlar saqlovchi chiqindilar, polifunksional birikmalar va ular asosida polimer materiallar yaratishning istiqbollari» mavzusidagi k.f.d., prof.F.A.Magrupovning 80-yillik xotirasiga bag‘ishlangan Respublika ilmiy-amaliy anjumanining ilmiy ishlar to‘plami 18-19 yanvar 2024й Б 331-332

12. Караев Ш.Т., Каримов М.У. Джалилов А.Т., АО-1 маркали стабилизатор антиоксидант қўлланилган I-1561 маркали полиэтилен намунасининг дериватограммаси таҳлили. «termoreaktiv oligomerlar, polimerlar saqlovchi chiqindilar, polifunksional birikmalar va ular asosida polimer materiallar yaratishning istiqbollari» mavzusidagi k.f.d., prof.F.A.Magrupovning 80-yillik xotirasiga bag‘ishlangan Respublika ilmiy-amaliy anjumanining ilmiy ishlar to‘plami 18-19 yanvar 2024й Б 339-340.

13. Karaev Sherali, Karimov Masud, Jalilov Abdulakhat. Derivatogram analysis of АО-3 brand antioxidant РҮ-342, polyethylene samples. Academic research in modern science International scientific-online conference <https://doi.org/10.5281/zenodo.10706974>

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида тахрир қилинди



№ 10-3279

Босишга рухсат этилди: 15.04.2025 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 75
Тел (99) 832 99 79; (97) 815 44 54.

Гувоҳнома reestr № 10-3279

“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй