

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

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

СОТТИҚУЛОВ ЭЛЁР СОТИМБОЕВИЧ

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАР ВА ПОЛИКАРБОКСИЛАТЛАР
АСОСИДА ПОЛИФУНКЦИОНАЛ ҚЎШИМЧАЛАР ОЛИШ, ҲАМДА
УЛАРНИ ЮҚОРИ СИФАТЛИ БЕТОН ОЛИШДА ҚЎЛЛАШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
11.00.05 – Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона
фойдаланиш**

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

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Соттиқулов Элёр Сотимбоевич

Техноген чиқиндилар ва поликарбонатлар асосида полифункционал қўшимчалар олиш, ҳамда уларни юқори сифатли бетон олишда қўллаш..... 3

Соттиқулов Элёр Сотимбоевич

Получение полифункциональных добавок на основе техногенных отходов и поликарбонатов, а также их использование для производства высококачественного бетона 29

Sottikulov Elor Sotimboevich

Production of multifunctional additives based on technogenic waste and polycarboxylates, and their use in the production of high-quality concrete..... 55

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 59

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

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

СОТТИҚУЛОВ ЭЛЁР СОТИМБОЕВИЧ

**ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАР ВА ПОЛИКАРБОКСИЛАТЛАР
АСОСИДА ПОЛИФУНКЦИОНАЛ ҚЎШИМЧАЛАР ОЛИШ, ҲАМДА
УЛАРНИ ЮҚОРИ СИФАТЛИ БЕТОН ОЛИШДА ҚЎЛЛАШ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси
11.00.05 – Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона
фойдаланиш**

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

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2024.3.DSc/T819 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси www.tktiti.uz ва «ZiyoNet» ахборот таълим тармоғида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	Каримов Масъуд Убайдулла ўгли техника фанлари доктори, профессор
Расмий ошпонентлар:	Ёдгоров Нормухаммад кимё фанлари доктори, профессор Султонов Шавкатжон Абдуллаевич кимё фанлари доктори, доцент Тожиёв Панжи Жовлиевич техника фанлари доктори, доцент
Етакчи ташкилот:	Наманган муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01. рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик илмий кенгашнинг 2025 йил «9» январь соат __09:00__ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шуробозор. Тел.: (+99895)144-67-83). E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 2024/44 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шуробозор. Тел.: (+99895)144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация автореферати 2024 йил «18» декабрь куни тарқатилди.
(2024 йил «18» декабрдаги № 2024/44 рақамли реестр баённомаси).




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


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


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

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси

Диссертация ишининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда сўнгги йилларда қурилиш материаллари ва қурилиш қоришмаларининг хоссаларини яхшилашда турли кимёвий қўшимчалардан, жумладан, бетон қоришмалари реологиясини яхшилашда пластификаторлардан, ўта юқори мустаҳкамликка эга бетонлар олишда базалт толаларидан, юқори маркали цемент олишда фаол тўлдирувчилардан фойдаланиб келинмоқда. Шунга асосан цемент системалари учун янги, комплекс таъсир қилувчи поликарбонат пластификаторларини, полифункционал фаол органоминерал қўшимчалар, мустаҳкамликка ижобий таъсир этадиган модификацияланган базалт толалари олиш технологиясини ишлаб чиқиш, уларни цемент системалари хоссаларига таъсирини баҳолаш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда қурилиш материаллари мустаҳкамлиги, ишлаш самарадорлиги ва муддатларини ошириш, ушбу қурилиш материалларини ишлаб чиқаришда саноатнинг табиатга бўлган зарарини камайтиришга қаратилган илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, янги турдаги поликарбонат пластификаторлар, ушбу турдаги пластификаторларнинг комбинирланган турларини олиш, саноат чиқиндиларини қайта ишлаб, натижада уларнинг табиатга бўлган зарарини минималлаштириш, турли кимёвий қўшимчалар ёрдамида бетон маҳсулотлари мустаҳкамлигини оширишнинг ресурс тежамкор янги технологияларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Юртимизда инновацион технологияларни жорий этиш орқали ишлаб чиқариш саноати ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор берилиб, соҳада муайян натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026-йиллардаги тараққиёт стратегиясида “Иқтисодиётни ривожлантиришнинг устувор йўналишлари” белгиланган ҳамда “Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулот ва технологияларни яратиш”¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу йўналишда миллий иқтисодиётимизнинг энг етакчи тармоқларини, жумладан, кимё саноатини ривожлантиришга йўналтирилган органик синтез асосида цемент системалари учун янги поликарбонат пластификаторларини ва техноген чиқиндиларни қайта ишлаб, полифункционал қўшимчалар олишнинг юқори самарали, экологик аҳамиятга эга бўлган технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 28-январдаги ПФ-60-сонли “2022-2026-йилларда Янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегияси тўғрисида”ги Фармонида ва 2022-йил 2-декабрдаги ПҚ-436-сонли “Ўзбекистон Республикасини 2030-йилгача “яшил” иқтисодиётга ўтишга қаратилган ислохотлар самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

тўғрисида” ги, 2018-йил 17-январдаги ПҚ-3479-сонли “Мамлакат иқтисодиёти тармоқларини талаб қилинадиган маҳсулотлар ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида” ги, 2019-йил 3-апрелдаги ПҚ-4256-сонли “Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва инвестицион жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги қарорларида, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишнинг устувор йўналишлари билан мувофиқлиги. Ушбу тадқиқот Республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг VII-«Кимёвий технология ва нанотехнологиялар», V-«Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишларига мувофиқ амалга оширилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи².

Атроф-муҳит муҳофазаси бўйича саноат чиқиндилари асосида фаол минерал қўшимчалар ва поликарбонат пластификаторлар синтези уларни цемент-бетон қоришмаларида қўллашга қаратилган илмий-тадқиқот ишлари жаҳоннинг бир қанча етакчи илмий-техник марказларда ва олий ўқув юртларида, жумладан: Массачусет технология институти (АҚШ), Пенсилвания университети (АҚШ), Полимер ва материаллар технологияси маркази – СПМТ (Белгия), Пекин технология институти (Хитой), Сингапур Миллий университети - НУС (Сингапур), Токио университети (Япония), Токио технология институти (Япония), Торонто университети (Канада), Австралия миллий университети (Австралия), Сеул миллий университети (Жанубий Корея), Киото университети (Япония), Баухаус университети ва Мюнхен техника университети (Германия), Венгрия Фанлар академиясининг Кимёвий тадқиқотлар маркази – CRC-HAS, (Венгрия)да олиб борилмоқда.

Поликарбонат пластификаторлари синтези ва қўлланилиши, фаол минерал қўшимчалар олиш ва уларни цемент-бетон қоришмаларида қўллаш бўйича жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар юзасидан бир қатор илмий натижалар олинган, жумладан: поликарбонат эфирларини экологик самарадор усулда синтез қилиш ва уларнинг цемент зарралари юзаси билан ўзаро физик-кимёвий таъсирлари аниқланган (Массачусет технология институти, АҚШ); поликарбонат пластификаторларининг цементнинг гидратация жараёнига таъсир механизмлари ишлаб чиқилган (Пекин технология институти, Хитой); макромер ва мономерлар асосида экологик самарадор пластификатор ва суперпластификаторлар олинган (Токио университети, Япония); поликарбонат эфирларининг бетондаги микроструктурани мустаҳкамлашдаги самарадорлиги, уларни қўллашда атроф-муҳитга таъсирлари аниқланган (Торонто университети, Канада); фаол

² Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шарҳи www.elsevier.com, www.issuer.rssi.ru, www.eilibrary.com, www.edunews.ru, <https://scholar.google.com/>, www.fundamentalresearch.ru ва бошқа манбалар асосида тайёрланди.

минерал кўшимчаларни поликарбонат пластификаторлар билан биргаликда қўллаш орқали бетоннинг механик хусусиятлари ва узок муддатли барқарорлигини оширишга эришилган ҳамда экологик самарадор таркиблар ишлаб чиқилган (Мюнхен техника университети, Германия); цемент-бетон қоришмаларида қўлаганда сув сарфини камайтирувчи поликарбонат пластификаторлари олинган (Баухаус университети, Германия).

Жаҳонда поликарбонат пластификаторлари синтези ва қўлланилиши, фаол минерал кўшимчалар олиш ва уларни цемент-бетон қоришмаларида қўллаш бўйича қатор устувор йўналишларда илмий изланишлар олиб борилмоқда, жумладан: комплекс таъсирга эга поликарбонат эфирлари синтез қилиш, бетоннинг механик хусусиятларини яхшилашга олиб келадиган фаол минерал кўшимчалар олиш, гидратация жараёнини оптималлаштирувчи ва пластификация қуввати юқори бўлган поликарбонат пластификаторлари олиш технологиясини ишлаб чиқиш, бетоннинг деформацион мустаҳкамлигини оширувчи ва унинг узок муддатли барқарорлигини таъминловчи цемент-бетон қоришмалари яратиш, статик ва динамик таъсирларга чидамлик, кимёвий барқарорлик каби техник хусусиятларга эга бўлган бетон қоришмалари яратиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Жаҳонда атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш асосида, поликарбонат пластификаторлари синтези ва қўлланилиши, техноген чиқиндилардан фаол минерал кўшимчалар олиш ва уларни цемент-бетон қоришмаларида қўллаш бўйича кенг миқёсда тадқиқотлар олиб борилмоқда. Олимлар бетон ва цементнинг сифатини яхшилаш мақсадида турли поликарбонат эфирларини, улар учун турли мономер ва макромномерларни синтез қилганлар. Хоккайдо университетида (Япония) профессор Suesi Xirata бетон учун поликарбонат эфирлари типидagi пластификаторларни ихтиро қилган. Мюнхен техника университетида (Германия) профессор Дж. Планк ва унинг шогирдлари поликарбонат пластификаторларининг синтези ва цемент зарралари юзасида адсорбцияси устида илмий ишлар олиб борганлар. Jiangsu Votc New Materials Co (Хитой) профессор Qianqian Zhang ва унинг ҳамкасблари томонидан поликарбонат пластификаторларининг цемент бетон қоришмасига ва олинган бетоннинг мустаҳкамлик кўрсаткичларига таъсирлари ўрганилган. Мюнхен техника университетида (Германия) профессор Hans Müller ва Венгрия Фанлар академиясининг Кимёвий тадқиқотлар марказида (Венгрия) доктор Istvan Nagy фаол минерал кўшимчалар билан биргаликда поликарбонат пластификаторларининг қўлланилишини ўрганганлар. Мюнхен техника университетида (Германия) доктор Wolfgang Schmidt поликарбонат пластификаторларини қўллаш орқали экологик самарадорликни ошириш бўйича тадқиқотлар олиб бормоқдалар.

Республикамизда Джалилов А.Т., Самигов Н. А. Каримов М.У., Камиллов Х.Х., Акрамов Х.А. каби олимлар томонидан бетон қоришмалари учун

поликарбонат асосли пластификаторлар ва бошқа турли қўшимчалар синтези усуллари, ҳамда уларни юқори мустаҳкам бетонлар олишда қўллаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Цемент қоришмаларида поликарбонат пластификаторларини қўллаш уларни бетон мустаҳкамлигига таъсирини ва техноген чиқиндилар асосида агрессив муҳитга чидамли мустаҳкам бетонлар олиш, базальт толаларини қўшиб сейсмик мустаҳкам бетонлар олиш ва қўллаш устида чуқур илмий изланишлар олиб бормоқдалар.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан бўғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтининг илмий тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-201709267 “Маҳаллий хом ашёлар асосида янги геополимерлар яратиш” (2017-2020 йй), КА-14-001 “Маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслар асосида комплекс қўшимчалар қўшилган бетондор учун энергияни тежайдиган технологияни яратиш ва тадқиқ қилиш” (2014-2017 йй), И-БТ-2021-66 “Кул-шлак чиқиндиларидан алюмосиликат микросферасини олишнинг янги технологиясини ишлаб чиқиш” (2020-2022 йй), ИЛ-722209824 “Базальт, металл ва шиша асосида стандартларга мос ҳамда сейсмик мустаҳкамлик конструкциясига эга фибробетон олиш технологиясини яратиш” (2022-2024 йй), мавзулардаги амалий ва инновацион лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади поликарбонат пластификаторларини синтез қилиш, улар ёрдамида техноген чиқиндилардан фаол минерал қўшимчалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва цемент-бетон қоришмаларида қўллашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

поликарбонат пластификаторларини олиш, синтез жараёнларига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш, олинган пластификаторларнинг молекуляр тузилиши ва физик-кимёвий хусусиятларини, ҳамда цемент тизимларига таъсирларини тадқиқ қилиш;

поликарбонат пластификатори синтез жараёнларида реакцияга киришмаган макромонмерлар миқдорини камайтиришнинг мақбул шароитлари ишлаб чиқиш, уларнинг цемент тизимларини пластификациялашдаги самарадорлигига таъсири аниқлаш;

фибробетон учун базальт толаларини модификацияловчи қўшимчалар олиш ва уларни қўллашда толанинг механик хоссаларига, олинган фибробетоннинг мустаҳкамлигига таъсирларини аниқлаш;

техноген чиқиндиларни атроф-муҳитга бўлган зарарини камайтириш мақсадида улардан қурилиш соҳаси учун полифункционал қўшимчалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш;

поликарбонат пластификаторлари ва полифункционал қўшимчаларни цемент-бетон қоришмаларига қўлланганда уларнинг физик-кимёвий ҳамда механик хусусиятларига таъсирини аниқлаш;

техноген чиқиндиларини модификациялаш орқали полифункционал кўшимчалар олиш ва уларни қурилиш саноатида қўллаш ҳамда атроф муҳитга бўлган таъсирини илмий асослаш;

поликарбонат пластификаторлари ва полифункционал кўшимчаларни саноат миқёсида олишда ишлаб чиқариш жараёнини такомиллаштириш ҳамда экологик самарадор технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг обекти сифатида акрил кислотаси, малеин ангидрид, полиэтиленгликоль, макромономерлар, инициаторлар, 3-меркаптопропион кислотаси, ферросиликамарганец чиқиндиси, микрокремнезем чиқиндиси, кул-шлак чиқиндиси, базалт толаси, поликарбонат пластификаторлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети турли макромономерлар, акрил кислотаси ва малеин ангидриддан занжир узатгичи иштирокида пластификаторлар синтез қилиш, синтез жараёнларини илмий асослаш, шунингдек, техноген чиқиндиларни фаоллаштириб цемент композицияларида қўллаш, ҳамда цемент системаларига таъсир механизмларини аниқлаш, реологик, мустаҳкамлик кўрсаткичлари, гидратация жараёнларига таъсирларини баҳолаш ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Диссертация ишида инфрақизил спектроскопия, гел-хроматография, рентген фазовий, сканерловчи электрон микроскопия, лазерли дифракция таҳлиллари каби замонавий физик-кимёвий ва физик-механик усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

акрил кислотаси ва АПЕГ макромономерлари асосида молекуляр массаси 10000 Да гача бўлган поликарбонат пластификатори синтез қилинган ҳамда жараённинг оптимал шароитлари аниқланган;

акрил кислотаси ва НПЕГ макромономерлари асосида поликарбонат пластификатори синтез жараёнларида реакцияга киришмаган макромономерлар миқдорини камайтиришнинг мақбул шароитлари ишлаб чиқилган;

синтез қилинган пластификаторларни WМСО 2500 мембранаси ёрдамида диализ қилиниши уларнинг цемент тизимларини пластификациялаш самарадорлигига таъсири юқори эканлиги аниқланган;

малеин ангидриди асосида синтез қилинган пластификатор билан модификацияланган базалт толалари бетон тизимларида юқори дисперсликда тарқалиши ва тизимдаги сув сарфини камайтириши аниқланган;

техноген чиқиндиларни кимёвий қайта ишлаш орқали полифункционал кўшимчаларни олиш ва уларни қўллашнинг экологик самарадор технологиялари ишлаб чиқилган;

техноген чиқиндиларни модификациялаб олинган полифункционал кўшимчалар клинкер сарфини қисқартириши ва цемент ишлаб чиқариш жараёнининг атроф муҳитга салбий таъсирини камайтириши илмий асосланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

акрил кислотаси, макромономерлар асосида экологик ҳамда энергия тежамкор усуллар ёрдамида юқори самарали поликарбонат пластификаторлари олиш технологияси ишлаб чиқилган;

синтез қилинган поликарбонат пластификаторларини цемент системаларида қўлланилганда, ўзининг юқори пластификациялаш, ситемада сув сарфини кескин камайтириш, натижада, олинган маҳсулотнинг юқори мустаҳкамликни намоён қилиши аниқланган;

фибробетон қоришмасининг реологияси ва физик-механик хоссаларининг юқори бўлиши базалт толаларини модификациялашдаги модификатор концентрациясига боғлиқлиги аниқланган;

техноген чиқиндиларни модификациялаш ва поликарбонат пластификаторлари ишлаб чиқариш, улар асосида цемент системалари учун полифункционал қўшимчалар олиш усуллари ишлаб чиқилган;

атроф-муҳит муҳофазаси ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш мақсадида техноген чиқиндилардан полифункционал қўшимчалар олиниб уларни қўллашдаги экологик самарадорлик ҳисоблаб топилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги юқори самарали, физик-кимёвий ва физик-механик усуллардан (ИК-спектроскопияси, дифференциал термик, сканерловчи электрон микроскопия, рентген фазавий, гел-хроматография таҳлиллари) фойдаланилганлиги, ҳамда турли макромономерлар асосида поликарбонат пластификаторлари олинганлиги улар асосида техноген чиқиндиларни фаоллаштириб, цемент системалари учун фаол органоминерал қўшимчалар олиш технологияси ишлаб чиқилганлиги ва унинг саноат-тажриба синовларидан ўтказилганлиги, ҳамда ишлаб чиқаришга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти турли момномерлар ва макромономерлар асосида поликарбонат пластификаторларини синтез қилиш усулларини аниқланганлиги, фаол органоминерал қўшимчалар олишда фаоллаштириш жараёнининг илмий асосланганлиги, шу билан бирга, илмий тадқиқот натижаларини умумлаштириш натижасида такомиллаштирилган, полифункционал қўшимчалар олишнинг илмий асослари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти техноген чиқиндиларни қайта ишлаб қурилиш саноати учун хомашё олиш ва клинкер ишлаб чиқаришда атроф-муҳитга чиқадиган зарарли газлар миқдорини камайтириш, цемент системалари учун олинган поликарбонат пластификаторлар ва полифункционал қўшимчаларни цемент системаларининг реологик, мустаҳкамлик хоссаларини оширувчи қўшимчалар сифатида фойдаланишнинг амалиётга жорий қилинганлиги, шу билан бирга, қурилиш саноатининг кўплаб соҳаларида қўлланиладиган қўшимчаларни ишлаб чиқилган технологик схемага мувофиқ, саноат миқёсида ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Техноген чиқиндилар ва поликарбонатлар асосида полифункционал қўшимчалар олиш, ҳамда

уларни юқори сифатли бетон олишда қўллаш бўйича олинган илмий тадқиқот натижалари асосида:

олинган ПКАН-55 пластификатори бетон қоришмаларининг реологиясини яхшиловчи пластификатор қўшимчаси сифатида “NURA-HIGH-TECHNOLOGIES” масъулияти чекланган жамияти шаклидаги қўшма корхонаси қошидаги “NURAMEMOR” МЧЖ корхонасида юқори кучланишли трансформаторлар майдонлари ва асос қисмларини бетонлашда амалиётга жорий қилинган (“NURA-HIGH-TECHNOLOGIES” МЧЖ ҚҚнинг 2024 йил 13 сентябрдаги 45-сон маълумотномаси). Натижада, цемент миқдори ортмаган ҳолда юқори мустаҳкамликдаги монолит бетонлар олиш имконини берган;

ПКАМП-14 пластификаторини “ROCKFIBER” қўшма корхонасида фибробетон қоришмасида толанинг дисперслигини ошириш учун базалт толаларига ишлов беришда амалиётга жорий қилинган (“GOLDFIBER PRO” қўшма корхонасининг 2024-йил 28-августдаги 85-сон маълумотномаси). Натижада, бетон тизимлари учун қўлланадиган базалт толалари ишлаб чиқариш имконини берган;

техноген чиқиндилардан олинган алюмосиликат микросфералари иссиқликдан ҳимояловчи оловбардош қопламалар олишда зичликни камайтирувчи қўшимча сифатида “SEVEN SYSTEMS” масъулияти чекланган жамиятида амалиётга жорий қилинган (“Фавкулотда вазиятлар вазирлигининг 2024-йил 2-октябрдаги 5/4/38-3179-сонли маълумотномаси). Натижада, оловбардош қурилиш қопламасини зичлигини ва иссиқлик ўтказувчанлигини камайтириш имконини берган;

микрокремнезём чиқиндисини фаоллаштириб цемент учун полифункционал қўшимчалар олиш технологияси “DIASINVEST” масъулияти чекланган жамиятида амалиётга жорий қилинган. (“O‘zbekiston qurilish materiallari sanoati korxonalarini uyushmasi” ning 2024 йил 18-октябрдаги 02/15-3077-сон маълумотномаси). Натижада, майдалаш (помол) вақти 12% га қисқариб, олинган цементнинг сув/цемент нисбати камайган ва мустаҳкамлигини 321,12 кг/см² дан 453,18 кг/см² гача ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Иш натижалари 16 та, жумладан 7 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилиниб муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш, жумладан 2 та монография Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан докторлик (DSc) диссертацияларининг асосий илмий натижаларини нашр этиш учун тавсия этилган нашрларда 12 та мақола, жумладан 6 та республика ва 6 та хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 195 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **Кириш қисмида** тадқиқотнинг долзарблиги, аҳамияти, унинг мақсади ва вазифалари баён қилинган, унинг объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **“Поликарбонат пластификаторлари, фаол минерал қўшимчалар ҳамда уларнинг қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда қўлланилиши”** мавзусидаги биринчи бобида диссертация мавзуси бўйича хорижий ва маҳаллий илмий тадқиқотлар ҳақида умумий маълумот берилган, поликарбонат пластификаторларининг турли синтез усуллари, қўлланилишдаги афзалликлари ва уларнинг ютуқ ва камчиликлари тавсифланган, улардан самарали фойдаланиш усуллари бўйича маълумотлар тўғрисида хулоса қилинган.

Диссертациянинг **“Тадқиқот учун олинган материаллар, поликарбонатлар синтези ва полифункционал қўшимчалар олиш”** деб номланган иккинчи бобида тажриба қисм берилган бўлиб, унда ишлатилган реактивлар ва хомашёларнинг хусусиятлари, танланган тадқиқот усуллариининг зарурати, кимёвий ўзгаришларни амалга ошириш усуллари, поликарбонат пластификаторларининг синтези ҳамда техноген чиқиндиларни фаоллаштириб, полифункционал қўшимчалар олиш усуллари ва синтез қилинган пластификаторларнинг физик-кимёвий хусусиятлари келтирилган.

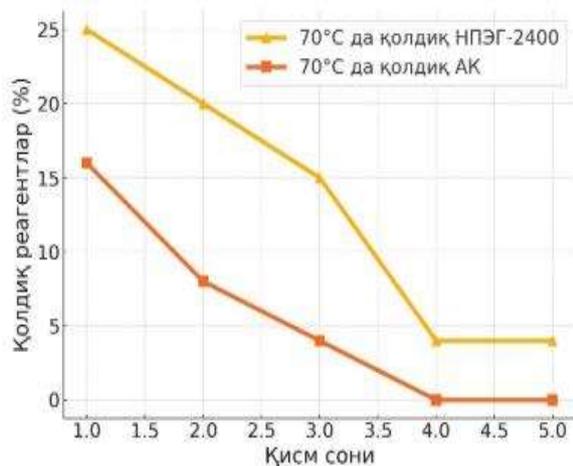
ПКАН-55 пластификатори синтез жараёнида тўрт қисмдан иборат таркиб тайёрланди, дистилланган сув, НПЭГ макромонмери, акрил кислотаси, 3-меркаптопропион кислотаси полипропилендан тайёрланган идишга солиниб аралаштирилади (эритма-а, 1 қисм), (1-жадвал). 5 кг миқдорда дистилланган сувда 0,132 кг инициатор алоҳида сиғимда эритиб олинди (эритма-б, 1 қисм учун), натрий персульфати, аммоний персульфати ёки калий персульфатидан инициатор сифатида фойдаланилади.

1-жадвал

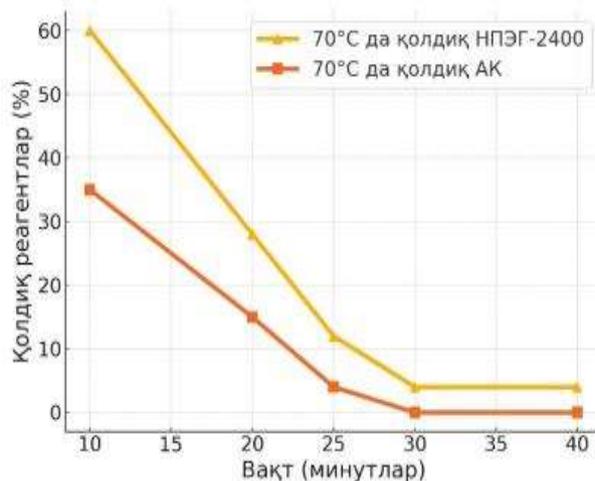
ПКАН-55 пластификатор синтези учун реагентлар миқдори

№	Реагентлар	Миқдор (кг)
Эритма-а (қисм 1,2,3,4)		
1	Сув	6
2	НПЭГ	15
3	Акрил кислотаси	0,9
4	2-меркаптопропион кислота, 95% ли	0,125
Эритма-б		
5	Калий персульфати, $\geq 99\%$	0,132
6	Сув	5

Синтез жараёнида ҳар бир қисмлар сони ва оралиғидаги вақт реакция жараёни ва олинган маҳсулотга қандай таъсир қилишини ўрганиш мақсадида қисмлар орасидаги вақт турлича қилиб синтез жараёнлари олиб борилди. Олинган натижалар қуйида график кўринишида 1-А, 1-Б-расмларда ифодаланган.



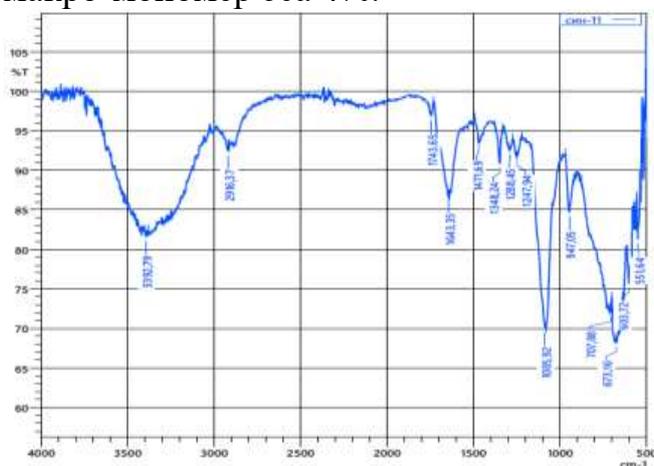
А



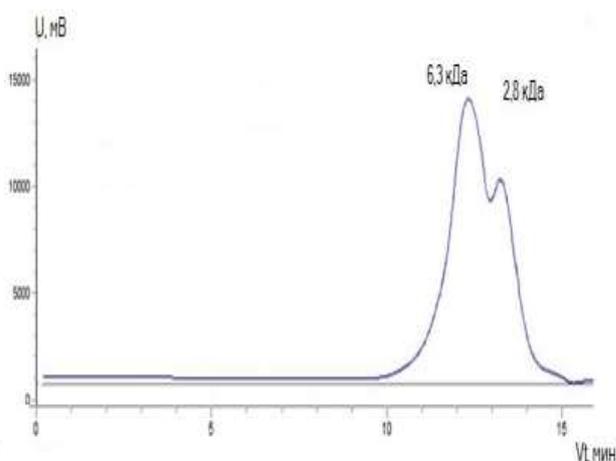
Б

1-расм. Реакция ҳарорати 70°C бўлганда қисмлар сони ва қисимлар оралиғидаги вақтнинг қолдиқ реагентлар миқдорига таъсири

Юқорида келтирилган 1-А- ва 1-Б-расмлардаги графикларда макро-мономер ва мономер АКнинг 70°C ҳароратларда қолдиқ реагентлар фоизлари ва қисм сони бўйича ўзгариши ифодаланган. 70°C ҳароратда қолдиқ макро-мономер реагентларни 1 қисмда қўшилганда 25%, 4 қисмда эса 4% бўлган ва 5 қисмда ҳам 4% бўлиб қолган. Мономер АК учун эса қолдиқ реагентлар 1 қисмда 16%, 4 қисмда АК тўлиқ реакцияга киришиб, 0% га тушган ва 5 қисмда ҳам 0%. Демак, 70°C ҳароратда, мономер АКнинг 4 қисмда энг самарали натижага эришгани кўриниб турибди. Таҳлил натижалари шуни кўрсатадики, ҳарорат ва қисм сони қолдиқ реагентлар миқдорига катта таъсир кўрсатади. 70°C ҳароратда 4 қисмда энг яхши натижага эришилади, яъни қолдиқ реагентлар миқдори АК учун 0% бўлади, реакцияга киришмаган макро-мономер эса 4%.



2-расм. ПКАН-55 пластификаторнинг ИК спектри.

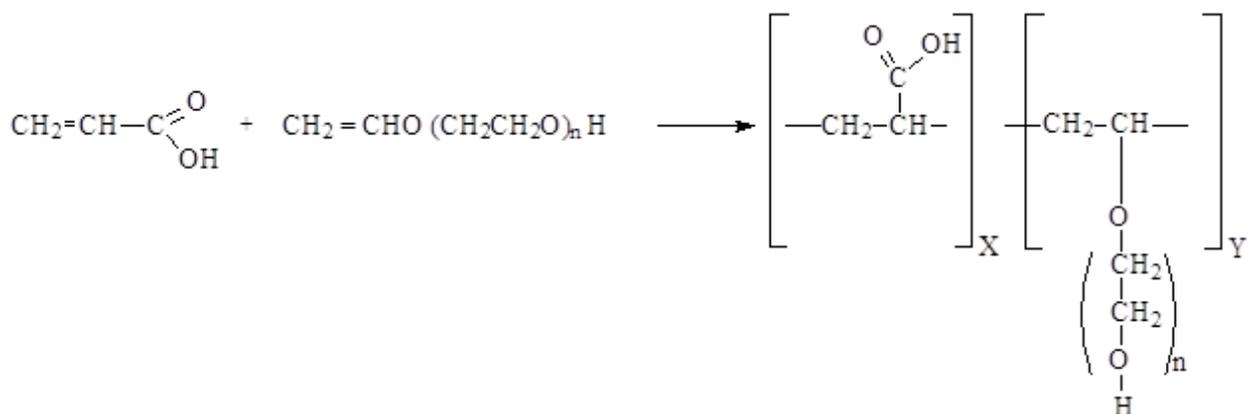


3-расм. ПКАН-55 пластификаторнинг молекуляр масса бўйича тақсимоти.

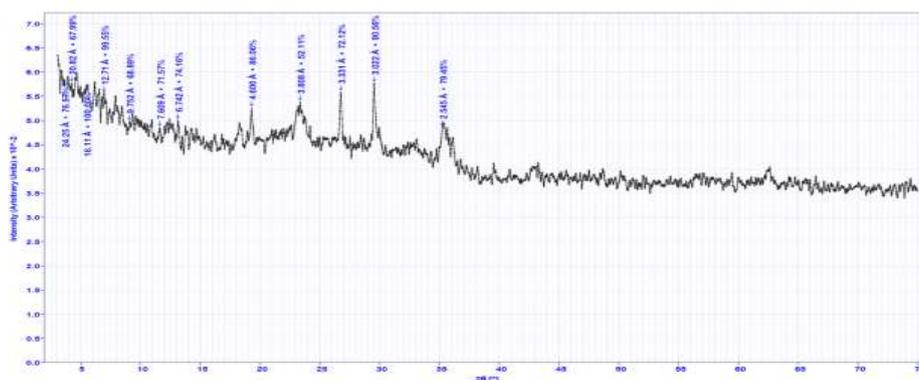
2-расмдаги акрил кислотаси ва НПЭГ-2400 реакцияси натижасида олинган маҳсулот сувли эритмасининг ИҚ-спектрида куйидаги характерли соҳалар: тўлқин ютилиши 1417 см^{-1} ва 1247 см^{-1} оралиқда кузатилган қисми CH_2 гуруҳининг деформацион тебранишларига ишора қилади, $1247\text{-}1085\text{ см}^{-1}$ соҳаларидаги ютилиш чуққилари эса C-O боғларини ифодалайди. 1000 см^{-1} дан паст бўлган, масалан, 947 см^{-1} ва 603 см^{-1} атрофидаги соҳалар C-H ва C-O деформацион тебранишларига ишора қилади. Олинган маҳсулот ИҚ-спектрида акрил кислотасидаги асосий ютилиш соҳалари 1647 см^{-1} ва 840 см^{-1} атрофидаги соҳа C=C қўшбоғига тегишли бўлган ютилиш соҳаларини йўқолиши ёки интенсивлигининг кескин тушиши реакциянинг сополимерланиш жараёни механизми тартибида амалга ошганлигидан далолат беради.

Келтирилган 3-расмдаги хроматограммада иккита асосий ажралиш соҳаси кўзга ташланади, бири $6,3$ кДа молекуляр массали таркиб, иккинчиси $2,8$ кДа молекуляр массада бўлган қисм. $6,3$ кДа молекуляр массали соҳа $10\text{-}13$ дақиқалар оралиғида пайдо бўлган ва бу юқори молекуляр бирикмаларнинг мавжудлигини кўрсатади. Бу, акрил кислотаси ва НПЭГ-2400 ўртасидаги реакция натижасида сополимерлар ҳосил бўлишини ифодалайди. $2,8$ кДа молекуляр массали иккинчи соҳа $14\text{-}15$ дақиқалар оралиғида пайдо бўлиб, кичик молекулалар ёки олигомерларнинг мавжудлигини кўрсатади. Таҳлил учун олинган таркибда 4 -қисм вақти 25 дақиқани ташкил этган. Реакцияда $6,3$ кДа молекуляр массали қисми 82% , $2,8$ кДа молекуляр массали қисми эса ва бошқа қисмлар 18% массани ташкил қилмоқда.

АК ва НПЭГ-2400 иштирокида ПКАН-55 пластификатори синтез механизми куйида келтирилган.



4-расмда ферросиликомарганец чиқиндисини синтез қилинган ПКАН-55 поликарбонат пластификатори билан фаоллаштирилгандан кейинги ҳосил бўлган маҳсулотнинг рентгенограммаси келтирилган (4-расм). Фаоллаштириш жараёнида ферросиликомарганец чиқиндиси ва синтез қилинган ПКАН-55 пластификатори куруқ қолдиқ ҳисобида $42,3:1$ нисбатда фойдаланилган. Ҳисоб-китоб қилишда чиқинди таркибидаги намлик масса ҳисобидан чиқарилган.

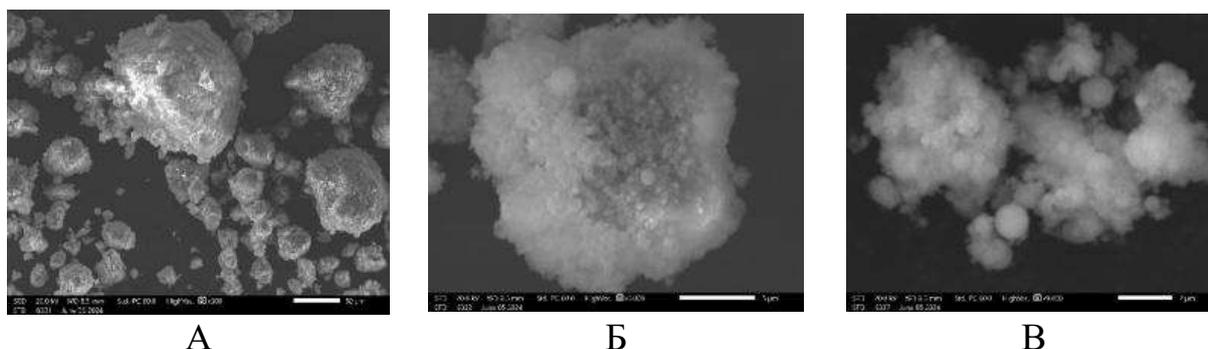


4-расм. Ферросиликомарганец чиқиндисини фаоллаштиришдан кейинги рентгенограммаси

4-расмда келтирилган ферросиликомарганец чиқиндисини фаоллаштиришдан кейинги рентгенограммаси таҳлилига кўра фаоллаштириш жараёнидан кейин сезиларли масофага ўзгариб 4,600 Å ни намоеън қилди. Фаоллаштирилмаган ферросиликомарганец чиқиндисини рентгенограммадаги бошқа соҳаларга тегишли юзалар орасидаги масофалар: 3,346 Å, 3,031 Å, 2,536 Å, бу асосан аморф ҳолатдаги кремний оксидига ва унинг қисман гидратланган боғланишларига тегишли бўлиб, фаоллаштириш жараёнидан кейин унча катта бўлмаган масофага ўзгармоқда. Жумладан: 3,346 Å – 3,331 Å га, 3,031 Å – 3,022 Å га, 2,536 Å - 3,545 Å га силжимокда. Бундан ташқари ушбу масофалар орасида янги ўртача интенсивликдаги соҳа, юзалар орасидаги масофа 3,808 Å диффракция юзага келмоқда. Ушбу диффракция характеристикалари кремний оксидининг полиморфи ҳисобланган тридимидга тегишли, тридимид кремнийнинг бир неча полиморфларидан бири бўлиб, кварц ва кристобалит билан бир қаторда учрайди.

Бундан ташқари диффракция бурчаги 15 дан кам соҳаларда янги соҳалар унча катта бўлмаган ўз интенсивлигини намоеън қилмоқда. Улар, 6,742 Å, 7,609 Å, 12,71 Å диффракциялар родонит яъни $MnO \cdot SiO_2$ минерал кристаллининг турли томонлари узунлигига тегишли ўлчамларни билдиради ва родонитга тегишли диффракцияни характерлайди.

Олинган натижаларнинг ишончлилигини таъминлаш ва изоҳлаш мақсадида ферросиликомарганец чиқиндисини ва фаоллаштирилгандан кейинги маҳсулот сканерловчи электрон микроскопия усулида ўрганилди.



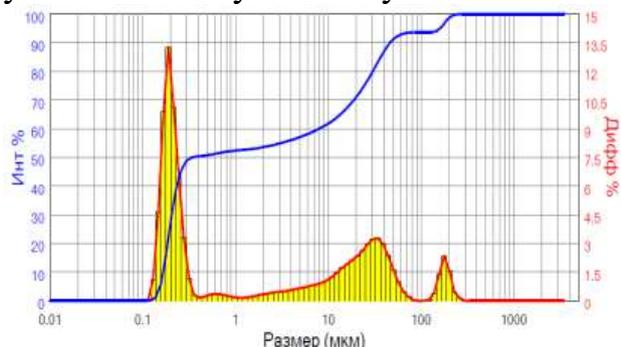
А

Б

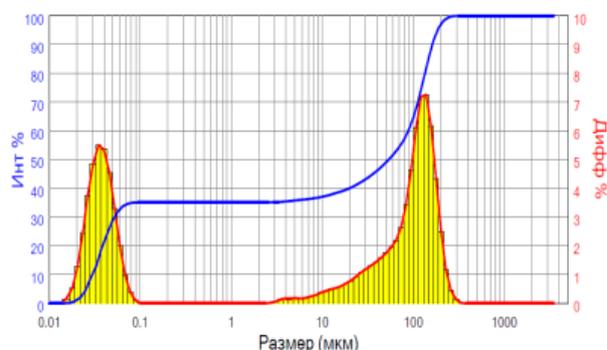
В

5-расм. ПКАН-55 пластификатори билан фаоллаштирилган ферросиликомарганец чиқиндисининг СЭМ тасвирлари

5-расмда поликарбонат пластификатори билан фаоллаштирилган ферросиликомарганец чиқиндисининг СЭМ тасвирларидан кўриниб турибдики, фаоллаштирилган ферросиликомарганец чиқиндиси таркибидаги шар (сферик) шаклдаги массалар камайиб турли кристалл ҳолатига ўтганлигини кузатиш мумкин.

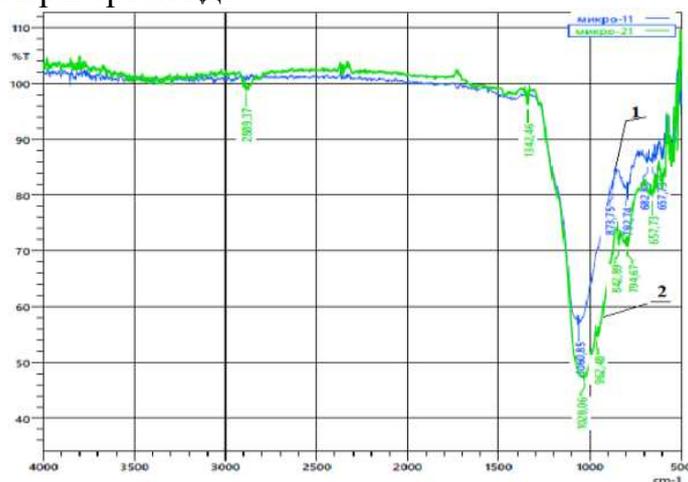


6-расм. Фаоллаштирилмаган ферросиликомарганец (МК) чиқиндисининг зарралар ўлчами ва тақсимоти



7-расм. Фаоллаштирилган ферросиликомарганец (МК-Ф) чиқиндисининг зарралар ўлчами ва тақсимоти

Энг юқори лазер диффракцияси 13,5%, интенсивлиги 88% ни ташкил қилиб, зарралар ўлчамлари асосан 2 мкм катталиқкача, яъни 53,5% дан ортиқроқ қисмини ташкил қилмоқда. 100-200 мкм оралиғидаги зарралар миқдори 4,87% ни ташкил қилмоқда (6-расм). Фаоллаштирилган ферросиликомарганец чиқиндиси (МК-Ф) зарралари ўлчамлари 2 мкм катталиқкача бўлган қисми 35,11% ни ташкил қилмоқда, 100-200 мкм оралиғидаги зарралар миқдори 32,39% ни ташкил қилди (7-расм). Фаоллаштириш жараёнида олинган пластификатор таъсирида ферросиликомарганец чиқиндиси тузилишида ўзгариш юзага келиб, кристаллик хоссалари ортмоқда.



8-расм. МК ва МК-Ф маҳсулотининг ИҚ-спектрлари

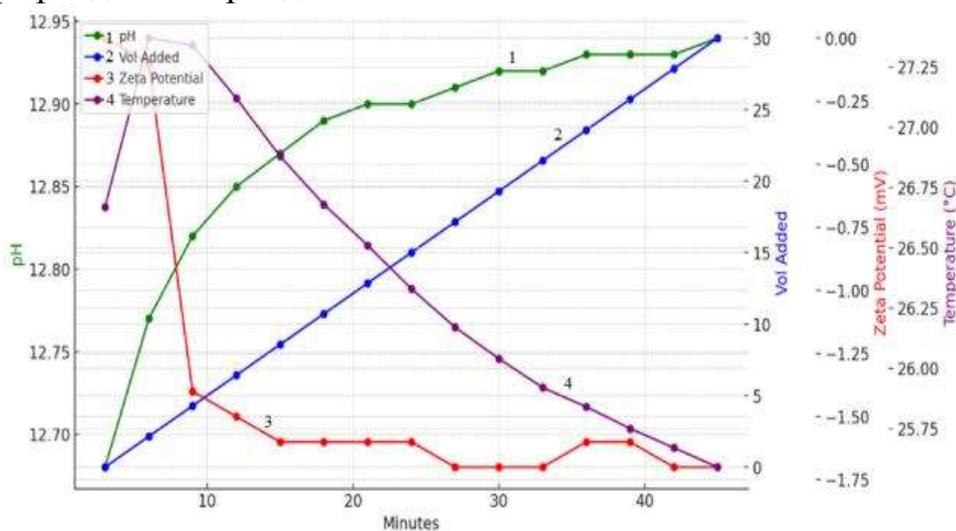
8-расмдан кўриниб турибдики, фаоллаштиришдан олдинги микрокремнеземнинг ИҚ-спектрида (кўк рангли (1)) асосий соҳалар 2893.37 cm^{-1} (C-H), 1342.46 cm^{-1} (C-H деформацияси), 1003.85 cm^{-1} (Si-O-Si боғлари) ва 827.15 cm^{-1} ҳамда 657.73 cm^{-1} (кремний оксиди тузилиши) оралиғида жойлашган. Фаоллаштиришдан кейинги микрокремнеземнинг ИҚ-спектрида

(яшил рангли (2)) 2893.37 см^{-1} (C-H ва C=O боғлари), 1730 см^{-1} (C=O боғларининг тебранишлари), 1342.46 см^{-1} (C-H боғларининг тебранишлари), 1028.06 см^{-1} ва 1003.85 см^{-1} (Si-O-Si ва Si-OH боғлари) ҳамда 827.15 см^{-1} ва 657.73 см^{-1} (кремний оксиди тузилиши) соҳалари кўзга ташланади. Бу ўзгаришлар поликарбонат эфирининг микрокремнезем билан ўзаро таъсири натижасидаги структура ўзгаришлари юзага келганлигини кўрсатади.

Бундан келиб чиқадики, ўтказилган тажрибалар барчаси бир-бири билан ўзаро боғлиқ бўлиб умумийликни ифодалайди ва бир-биридан олинган маълумотларни тасдиқлайди. Бу эса фаоллаштириш жараёнидан кейин цемент саноатида қўллашда бетон мустаҳкамлигини оширишини илмий осослаш имконини беради.

Диссертациянинг **“Синтез қилинган пластификаторларни цемент системаларида қўллаш асослари”** деб номланган учинчи бобида олинган пластификаторларнинг цемент тизимларида қўлланилганда юзага келадиган физик-кимёвий жараёнлар, пластификаторларни қўллашдаги оптимал миқдорлар ва уларнинг цемент тизимлари хоссаларига таъсирлари ва улардан юқори сифатли бетонлар олишда кенг миққийёсда қўллаш имкониятлари физик-кимёвий ҳамда физик-механик усуллар ёрдамида таҳлил қилинган.

Цемент зарралари юзаси ва ПКАА-40 суперпластификатори ўртасидаги ўзаро таъсир механизмларини чуқурроқ англаш мақсадида, акрил кислотаси ва аллилметоксиполиэтиленгликоль асосида синтез қилинган суперпластификаторнинг турли концентрацияларида цемент зарралари юзасига адсорбцияланган ҳолда дзета-потенциаллари ДТ-310 (Dispersion Technology Inc., Bedford-Xillz, NY, USA) қурилмасида таҳлил қилинди. Бунда SEM I 42.5Н маркали цементга пластификатор қўшилган ҳолда сув/цемент нисбати 0,51 бўлганда амалга оширилди. Олинган натижалар қуйидаги 9-расмдаги графикда келтирилди.

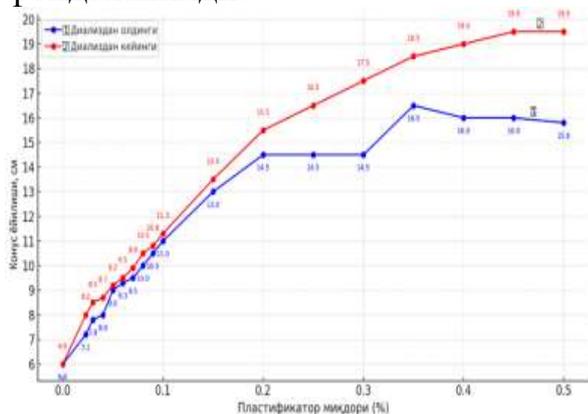


9-расм. SEM I 42.5Н маркали цемент зарралари билан ПКАА-40 пластификатори ўртасидаги ўзаро таъсири

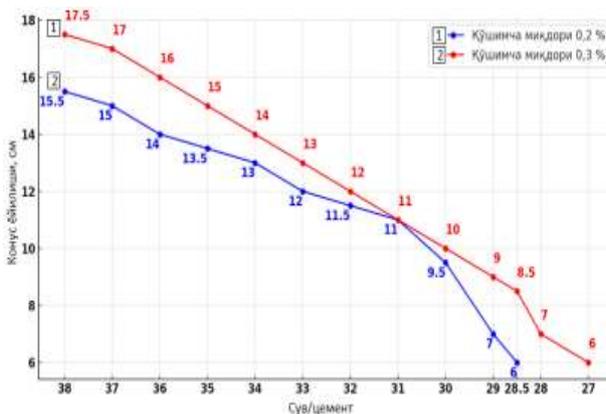
Намуна суспензиясига қўшилаётган 2,2% ли суперпластификатор эритмаси миқдори 4,287 граммга етганда, суспенцияда дзета-потенциал

кўрсаткичи $-1,4 \text{ mV}$ ни ташкил қилди. Юборилаётган эритма миқдори $17,143$ граммга етганда дзета-потенциал кўрсаткичи $-1,7 \text{ mV}$ ни ташкил қилди. Бу жараён таҳлилнинг 27-дақиқасида юз берди. Шундан кейин, суспензия таркибида суперпластификатор миқдорининг ортиши дзета-потенциал кўрсаткичига сезиларли таъсир кўрсатмади. Демак, $2,2\%$ ли $17,143$ грамм пластификатор таркибида $0,377$ грамм (қуруқ қолдиқ ҳисобида) пластификатор мавжуд. Бундан келиб чиқадики, синтез қилинган суперпластификатор цемент массасига нисбатан $0,57\%$ миқдорда қўшилганда энг юқори самарани беради.

Синтез қилинган ПКАН-55 пластификаторни реакцияга киришмаган макромономердан тозалаш олинмаган пластификаторнинг натижадорлигига ўз таъсирини ўтказди. Бунда реакцияга киришмаган макромономерлар миқдори пластификатор қуруқ қолдиқ миқдorigа ҳам таъсир этиши ва қўллаш жараёнида пластификатор сарфини ошириб, пластификатор миқдорининг маълум даражасига етганда цемент ҳамирини ёйилувчанлигига салбий таъсир этиши аниқланди. Тадқиқотларда қолдиқ мономерларни аниқлаш ишлари ҳар бир синтез маҳсулотларини ўтказувчанлиги 1000 дальтон WMCO 1000 ва 2500 дальтон WMCO 2500 бўлган диализ қопчаларида дистилланган сувда икки карра диализ қилиш ва қуруқ қолдиқ миқдорини аниқлаш билан амалга оширилди. 10-расмда келтирилган графикда турли концентрациялардаги диализдан олдинги ҳамда кейинги пластификатор миқдorigа цемент ҳамирининг ёйилиш ўлчамлари кўрсатилган. Тадқиқот жараёнида ўлчамлари: юқори кесим диаметри 21 мм , остки диаметри 40 мм , баландлиги 58 мм бўлган кесик конусдан фойдаланилди.



10-расм. Пластификатор миқдорининг цемент ҳамирини ёйилувчанлигига боғлиқлик графиги.



11-расм. Синтез қилинган ПКАН-55 пластификаторнинг сув/цемент нисбатига боғлиқлиги.

Тадқиқотлар $0,38$ сув/цемент нисбатида олиб борилди. Пластификатор миқдори цемент массасига нисбатан қуруқ қолдиқ ҳисобида олинди.

Диализ қилинмаган пластификатор миқдорининг ошиши билан цемент ҳамирининг ёйилиш қобилияти сезиларли даражада яхшилангани кузатилди. Назорат намунаси учун ёйилиш миқдори 6 см бўлган. Диализ қилинмаган пластификатор миқдори $0,023\%$ бўлганида ёйилишнинг кўндаланг кесими $7,2 \text{ см}$ га, $0,05\%$ миқдorigа эса 9 см га етган. Миқдор $0,1\%$ га етказилганда ёйилиш 11 см ни ташкил этган, бу эса назорат намунасига нисбатан $83,33\%$

ошганлигини кўрсатади. Энг юқори миқдор (0,50%) да эса ёйилиш миқдори 15,8 см ни ташкил этган, бу эса 163,33% ошганлигини билдиради.

Диализдан кейинги пластификатор ҳам шунга ўхшаш таъсир кўрсатган, ammo янада самарали бўлган. Пластификатор миқдори 0,023% бўлганида ёйилиш диаметри 8 см га, 0,05% миқдорида эса 9,2 см га етган. 0,1% миқдорида ёйилиш 11,3 см ни ташкил этган, бу эса назорат намунасига нисбатан 88,33% ошганлигини кўрсатади. Энг юқори миқдор (0,50%) да эса ёйилиш миқдори 19,5 см ни ташкил этган, бу эса 225% ошганлигини билдиради.

11-расмда келтирилган графикда кўшимча миқдорининг 0,2% ва 0,3% бўлган ҳолда сув-цемент нисбати (W/C) ва оқувчанлик (см) ўртасидаги боғлиқлик аниқ кўрсатилган. Сув/цемент нисбати камайиши билан оқувчанлик ҳар икки ҳолда ҳам камайиши кузатилади. 0,2% кўшимча кўшилганда, W/C 0,38 дан 0,28,5 гача камайтириш имконини берган ва оқувчанлик 15,5 см дан 6 см гача камайдган. Бу кўшимча миқдори оқувчанликни яхшилашда самарали эканлигини кўрсатади, лекин W/C миқдори камайиши билан оқувчанликнинг кескин камайиши кузатилади. 0,3% кўшимча кўшилганда эса, W/C 0,38 дан 0,27 гача тушириш имконини берган, оқувчанлик 17,5 см дан 6 см гача тушган. Бу кўшимча миқдори юқори бўлган ҳолда оқувчанлик кўпроқ сақланиб қолишини кўрсатади. Пластификатор миқдори 0,3% бўлганда цемент системасида сув сарфи қанчага камайишини аниқлаш учун, керакли ҳисоблашларни амалга оширилганда, кўшимча миқдори 0,3% бўлганда сув сарфи 29% га камайиши аниқланди.

Синтез қилинган ПКАМП-14 пластификатор базалт толасини модификациялашда модификатор сифатида қўлланилган. Базалт толаси ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнида базалт толаси модификацияси амалга оширилди. Толани олиш ва қайта ишлаш босқичида базалт толаси акрил кислотаси, малеин ангидрид ва полиэтиленгликоль макромномерини асосидаги модификатор эритмасининг турли концентрациялари (1%, 5%, 10%, 15%) билан ишлов берилди.

Олинган натижаларни солиштириш ва модификаторнинг оптимал концентрациясини аниқлаш маълумотлари 2-жадвалда келтирилган. Толаларнинг мустаҳкамлик хусусиятларини аниқлаш 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Базалт толасини мустаҳкамлигини модификатор концентрациясига боғлиқлиги

Номланиши	Узилишдаги мустаҳкамлик, Н	Нисбий чўзилиш, %	Махсус узилишдаги мустаҳкамлик, мН/тех	Эластик модул, Н/тех
1-Намуна (1%)	135,8	2,3	374,1	17
2-Намуна (5%)	152,7	2,3	420,8	23
3-Намуна (10%)	198,5	3,2	556,9	23
4-намуна (15%)	205,3	2,8	565,7	20

Синов натижаларига кўра, 10% модификатор билан ишлов берилган базальт толалари энг яхши кўрсаткичларга эга бўлди: нисбий узайиш 3,2%, эластиклик модули 23 Н/тех, узилишдаги мустаҳкамлик 198,5 Н.

ПКАМП-14 билан модификацияланган базальт толалари В30 маркали бетон қоришмаси таркибига қўшилганда энг юқори мустаҳкамлик қийматлари 20 мм узунликдаги толали намуналар учун, айниқса 1% ва 1,5% миқдорда қўшилган намуналарда намоён бўлди.

3-жадвал

Модификацияланган базальт толаси билан микроармиланган бетон намуналарининг мустаҳкамликлари (В30 (III серия)).

Бетон синфи	Тола узунлиги, мм	Намуналарнинг ёши, кунлар	0,5%	1,0%	1,5%
			Мустаҳкамлик, МПа	Мустаҳкамлик, МПа	Мустаҳкамлик, МПа
В30 (III серия)	10 мм	7	33,4	35,5	35,9
		28	44,3	46,4	46,8
	12 мм	7	33,5	35,6	36,7
		28	44,8	46,9	47,9
	15 мм	7	33,9	35,9	38,2
		28	45,2	46,3	47,7
	20 мм	7	34,2	37,3	38,5
		28	45,6	47,6	49,8

3-жадвалда кўрсатилганидек, цемент массасига нисбатан 1,5% улушда базальт толаларини ишлатиш бетоннинг мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширишга олиб келади. Максимал мустаҳкамлик қийматлари (28 кундан кейин 49,8 МПа гача) 20 мм узунликдаги толали намуналар учун кайд этилди. Тола узунлигини ва миқдорини ортиши олинадиган фибробетон қоришмаси реологиясига сальбий таъсир этади.

Диссертациянинг “Техноген чиқиндиларни фаоллаштириш ва цемент тизимлари учун полифункционал қўшимчалар сифатида қўллаш” деб номланган тўртинчи бобида техноген чиқиндиларни турли кимёвий фаоллаштириш усуллари билан қурилиш соҳасида қўллаш орқали уларни атроф-муҳитга зарарли таъсирларини камайтириш борасида олиб борилган тадқиқотларнинг натижалари берилган.

Цемент намуналари олишда полифункционал қўшимча клинкер ҳисобидан умумий массанинг 10% миқдорида қўшилган. Олинган натижалар қуйидаги 4-жадвалда келтирилди.

4-жадвал

МК ва МК-Ф қўшиб олинган цемент намуналарининг хоссалари

№	Намуна тури	Сув/цемент нисбати	Цемент маркаси
1.	Назорат намуна	0,4	400
2.	Клинкер+гипс+МК-Ф	0,35	500
3.	Клинкер+гипс+МК	0,35	450

МК-Ф қўшимчасини таъсирини ўрганиш учун модификацияланган цемент намуналарини мустаҳкамлик кўрсаткичлари кунлар кесимида синовдан ўтказилди ва таҳлил қилинди. Олинган натижалар қуйидаги 5-жадвалда рақамлар кўринишида ифодаланди.

**Модификацияланмаган ва модификацияланган цемент тоши намуналарини
мустаҳкамлик кўрсаткичлари**

№	Қўшимча миқдори, %		Мустаҳкамлик, МПа					
			3 кун		7 кун		28 кун	
			Р _{Эгил}	Р _{Сик}	Р _{Эгил}	Р _{Сик}	Р _{Эгил}	Р _{Сик}
1.	-	0	3,6	12,3	4,9	21,4	5,8	41,3
2.	МК-Ф	10	8,1	27,4	11,5	37,4	13,8	68,7
3.	МК	10	3,4	13,8	6,9	26,6	8,9	42,5

Юқоридаги жадвалдан кўринадикки, модификацияланмаган цемент намунасининг 28 суткадан кейинги эгилишдаги мустаҳкамлиги 5,8 МПа, сиқилишда эса 41,3 МПа ташкил этди. 10% МК-Ф қўшилган цемент намунасида эса эгилишда 13,8 МПа ва сиқилишда 68,7 МПа кўрсаткичга эришилди. Шунингдек, 10% МК билан модификацияланган цемент намунасининг мустаҳкамлик кўрсаткичлари эгилишда 8,9 МПа ва сиқилишда 42,5 МПа ни ташкил этди. Натижалар шундан далолат берадики, МК билан модификация қилинган цементнинг мустаҳкамлиги ортади, МК-Ф билан модификация қилинган цемент эса модификацияланмаган цементга нисбатан қарийб 40% га юқори мустаҳкамликка эга.

МК-Ф кўп полифункционал қўшимчасини олишдаги ПКАН-55 полиэлектролит миқдорининг цемент тоши мустаҳкамлигига таъсирлари ўрганилди. Олинган натижалар қуйидаги 6-жадвалда келтирилди.

**МК-Ф полифункционал қўшимчасини олишдаги ПКАН-55 миқдорини цемент
мустаҳкамлигига таъсирлари**

№	Цемент			Сув/цем.	33 та силкитганда ёйилиши, мм	Эгилишдаги мустаҳкамлик		Сиқилишдаги мустаҳкамлик	
	Клинкер, %	Гипс, %	МК-Ф олишдаги полиэлектролит миқдори (МК га нисбатан)			7 кунлик, МПа	28 кунлик, МПа	7 кунлик, МПа	28 кунлик, МПа
Бекобод цемент заводи клинкери									
1.	97	3	-	0,4	107	4,9	6,1	29,7	42,5
2.	82	3	15	0,20	108	7,5	8,9	42,7	59,05
3.	77	3	20	0,19	109	7,8	9	48	63,04
Охонгарон цемент заводи клинкери									
1.	97	3	-	0,4	107	5,02	6,4	33,1	50,08
2.	82	3	15	0,20	108	7,8	9,02	49,8	64,09
3.	77	3	20	0,19	109	8,2	9,4	61,8	68,00
Қизиқум цемент заводи клинкери									
1.	97	3	-	0,4	107	4,9	6,1	29,4	45,0
2.	82	3	15	0,31	108	7,5	8,9	42,7	59,05
3.	77	3	20	0,20	109	7,9	9,1	51,8	62,02

* Ҳар бир намунага МК-Ф 10% миқдорда қўшилган.

Тадқиқотларда бир нечта маҳаллий заводлар томонидан ишлаб чиқариладиган клинкерлардан фойдаланилди. Тадқиқот натижалари таҳлил қилинганда, барча клинкерлардан фойдаланганда ҳам МК-Ф олиш жараёнида полиэлектролит миқдори МК га нисбатан 20% бўлганда юқори натижадорликка эришилиши кузатилди. Аммо полиэлектролит миқдори 20% да ортганда мустаҳкамлик кўрсаткичлари сезиларли даражада ортмаган ва маҳсулот тан нархини ортишига олиб келади. Ундан ташқари модификацияланган цементдан цемент хаамири тайёрлашда сувга бўлган талабчанликни ҳам камайтирмоқда. Демак, цемент таркибидаги полифункционал қўшимча цемент системасининг сувга бўлган эҳтиёжига таъсир кўрсатади, уни пасайтиради.

Диссертациянинг «Кул-шлак чиқиндилари асосида алюмосиликат микросфераларини олиш ва цемент тизимларида қўллаш асослари» деб номланган бешинчи бобида кўмир ёқилғиси билан ишлайдиган иссиқлик электр станциялари кул-шлак чиқиндиларини атроф муҳитга таъсирларини камайтириш ва ушбу чиқиндилардан мақсадли фойдаланиш усуллари, улардан турли хомашёлар олиш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти базасида техноген чиқинди ҳисобланган кул-шлак чиқиндиларидан ишлаб чиқарилган алюмосиликат микросфераларини турли қурилиш қоришмаларида фойдаланилди. Энг юқори мустаҳкамлик алюмосиликат микросфералар билан тўлдирилган композитларда аниқланган бўлиб, уларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги $R_{сик}=4,02$ МПа, сувга чидамлилиги эса $K_{разм}=0,72$ ни намоён қилди (7-жадвал).

7-жадвал

Қоришма композитларининг хусусиятлари

Тўлдирувчи	Сув-оҳак миқдори нисбати (С/О)	Ўртача зичлик, кг/м ³	Сиқилишдаги мустаҳкамлик 7/28 сут, МПа	$K_{разм}$
Назорат намунаси (қўшимчасиз)	0,96	1010	3,60/4,80	0,72
Алюмосиликат микросфераси	1,05	600	3,35/4,02	0,72
Ғоваклаштирилган вермикулит қуми	2,0	630	1,85/2,05	0,62
Ғоваклаштирилган перлит қуми	1,92	780	2,40/2,90	0,65

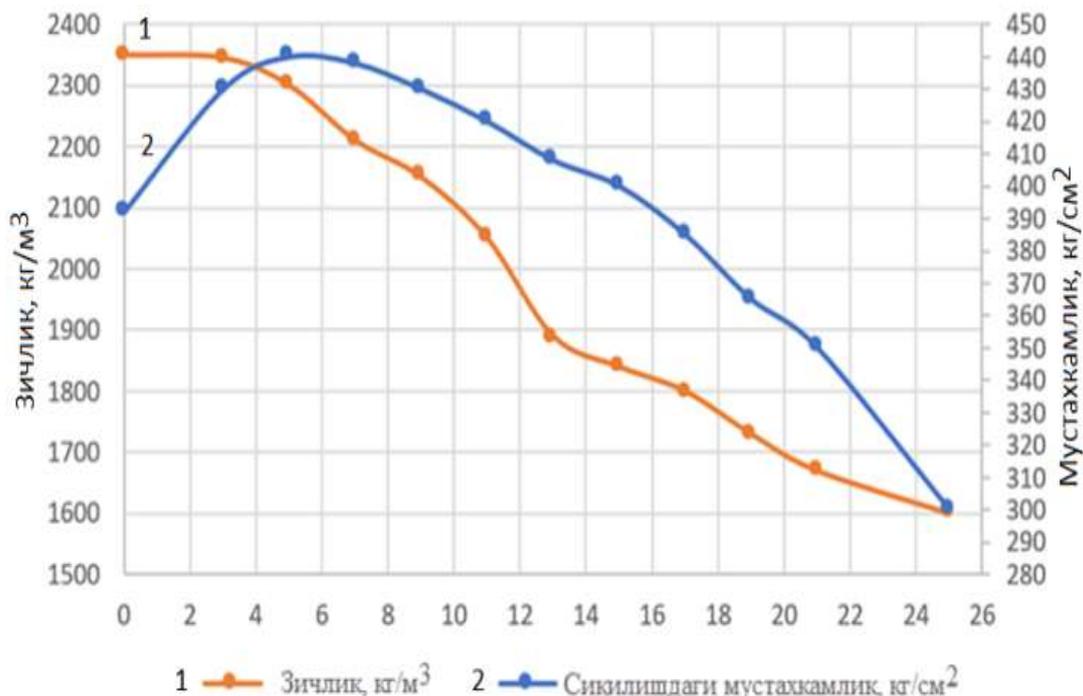
Микросфералар қўлланилганда, материалнинг мустаҳкамлигига таъсир қилувчи ортиқча сув талаб қилинмайди. Бу микросфераларнинг ёпик кўпикли сферик тузилмаси сувни сингдирмайдиган хусусиятга эга бўлгани туфайли юзага келади, бу материалнинг мустаҳкамлиги пасайишига таъсир кўрсатмайди.

Алюмосиликат микросфераларининг цементлар билан мувофиқлигини ошириш учун, цементнинг умумий массасидан 2% миқдорида маҳсус синтез

қилинган геополимер қўшимчалар қўшилди. Алюмосиликат микросфералари умумий массадан 1-20% миқдорида қўшилди.

12-расмдаги графикдан кўриниб турибдики, олинган алюмосиликат микросферасини цемент-бетон қоришмасига қўшиш унинг реологик хусусиятларига сезиларли таъсир кўрсатади.

Алюмосиликат микросферасини 5% миқдорида қўшишда, мустаҳкамлиги 400 дан 440 кг/см³ гача ошгани ва зичлик сезиларли даражада камайгани: 2350 дан 2300 кг/м³ гача кўрсатилган.

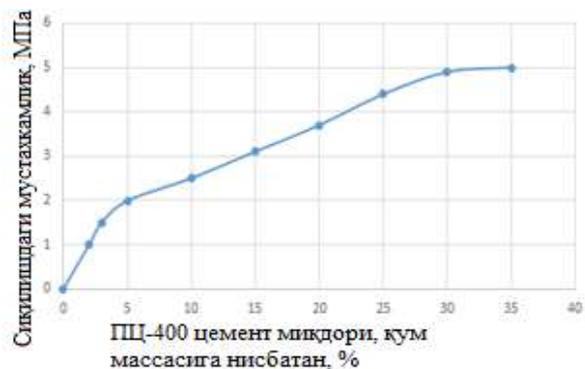


12-расм. Алюмосиликат микросфераси миқдорининг бетоннинг реологик хусусиятларига таъсири

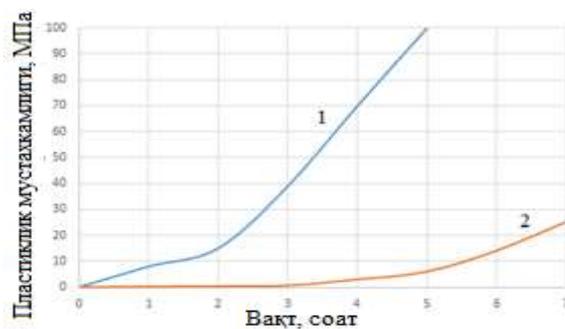
Алюмосиликат микросферасини 15% миқдорида қўшганда, мустаҳкамлик кўрсаткичи 400 кг/см³ га тушган ва зичлик 1840 кг/м³ гача камайган. Алюмосиликат микросферасини 15% дан ортиқ қўшишда мустаҳкамлик кўрсаткичи тескари пропорционал равишда камаяди.

Қуруқ қурилиш аралашмалари асосида ишлаб чиқиладиган қопламалар сувга чидамли бўлиши керак ва унинг юмшатиш коэффиценти 0,80 дан кам бўлмаслиги керак.

Назорат намуналаридаги цемент-қум қопламасининг юмшаш коэффиценти $K_{разм}=0,65$ ни ташкил этди. 15% алюмосиликат микросфераларга модификация қилувчи қўшимча қўшилиши нам сингдиришни камайтириб, юмшаш коэффицентини $K_{разм}=0,9$ га етказди. Органоминерал асосли қуруқ қурилиш аралашмаси таркибида синтез қилинган қўшимчадан фойдаланиш цемент-қум композитларининг намга чидамлилигини ошириш ва узоқ муддатли барқарорлигини таъминлашда юқори самара бергани қайд этилди.



13-расм. Цемент миқдорининг олинган композитларнинг мустахамлигига таъсири.



14-расм. Пластификатор қўшилган қоришманинг пластик мустахамлигининг ўзгариши: 1 – кўшимчасиз; 2 – поликарбонат асосидаги кўшимча билан.

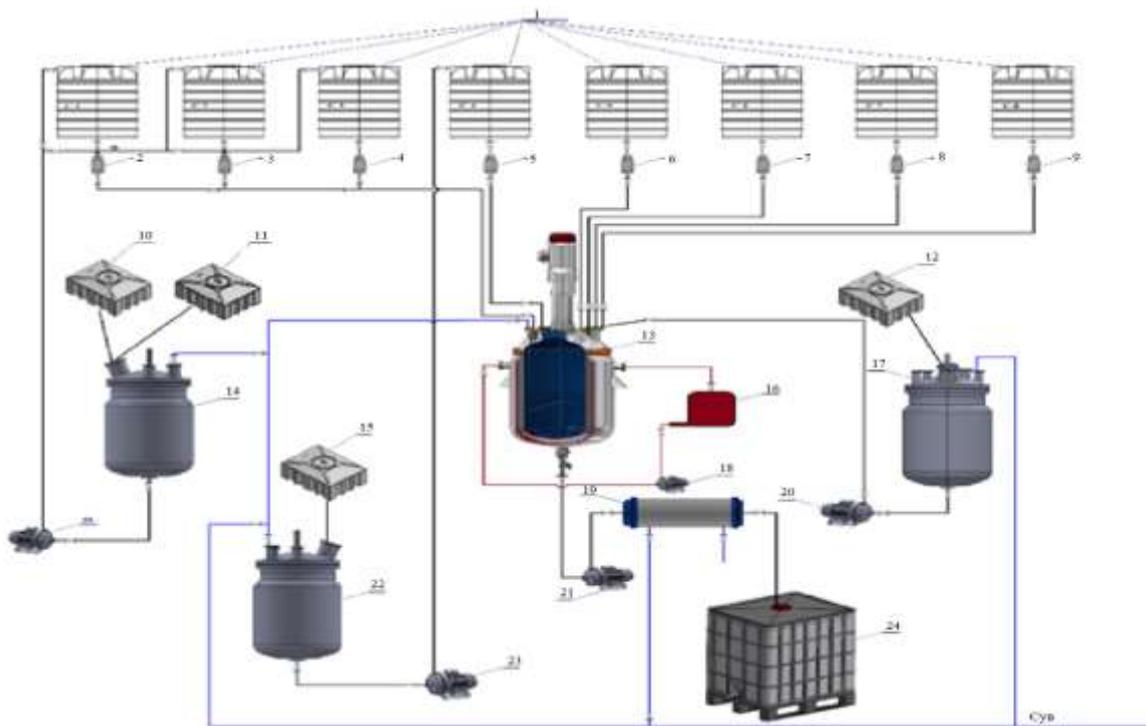
Самарадорликни аниқлаш учун ишлаб чиқиладиган қуруқ қурилиш аралашмаси таркибида оддий ПЦ-400 маркали цемент ишлатилди. Тадқиқот натижалари 13-расмда кўрсатилган.

Тадқиқот натижаларига кўра, қуруқ қурилиш аралашмаси таркибида цементдан фойдаланиш композитларнинг чидамлилигини оширади. Энг мақбул цемент миқдори қум массасининг 20% этиб белгиланди. Цемент миқдори оширилганда мустахамлик 5 МПа гача ортиши аниқланди. Цемент миқдорини 20% дан ошириш зичлик ва иссиқлик ўтказувчанликни ошириши қайд этилди. Қумнинг 15% миқдорида органик модификатор билан алюмосиликат микросфераси ва 5% геополимер асосидаги органоминерал кўшимча қўшилиб, нам сингдириш миқдори камайтирилди ва юмшаш коэффициенти 0,94 гача оширилди. Поликарбонат асосидаги пластификаторлар цементнинг 1% миқдорида киритилди. Пластограмма натижаларида (14-расм) кўрсатганидек, пластификаторлар композиция тузилишига таъсир қилади: 3 соатдан кейин, кўшимчали таркибнинг пластик мустахамлиги $\tau=0,67$ кПа, кўшимчасиз эса $\tau=39,03$ кПа бўлди.

Диссертациянинг «Ишлаб чиқариш технологияси, экологик ва иқтисодий самарадорлик» деб номланган олтинчи бобида поликарбонат пластификаторлари ишлаб чиқаришдаги ва техноген чиқиндиларни қайта ишлаб қурилиш хомашёлари олишдаги иқтисодий ва экологик самарадорликлар ҳисобланган ҳамда жадваллар кўринишида изоҳланган.

Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти базасида поликарбонат пластификаторлари олиш ва техноген чиқиндиларни қайта ишлаб, қурилиш саноати учун турли полифункционал кўшимчалар олиш технологияси ишлаб чиқилди.

Пластификаторларни синтез жараёнлари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли битта комплекс технология асосида барча пластификаторларни ишлаб чиқариш мумкин, фақат, синтез тартиби ва жараённинг техник параметрлари бир-биридан фарқ қилади. Қуйидаги 15-расмда танлаб олинган пластификаторларни ишлаб чиқариш учун таклиф қилинадиган комплекс қурилманинг технологик схемаси келтирилган.

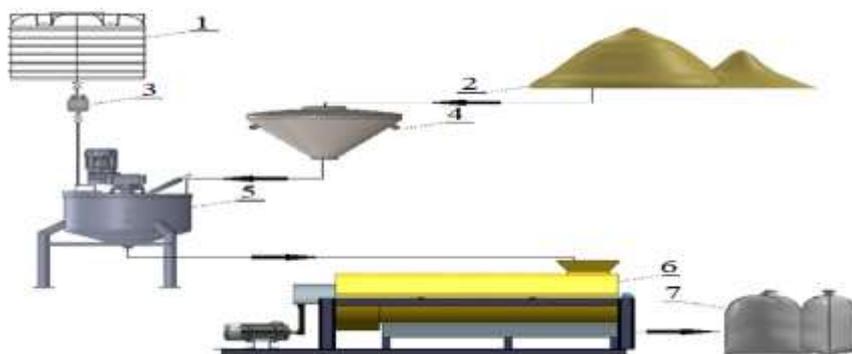


1-реагентлар учун сигимлар, 2-9-дозаторлар, 10-11-макромономерлар учун сигим, 12-ишқор учун сигим, 13-синтез реактори, 14-макромономер эритмаси учун аралаштиргич, 15-инициатор учун сигим, 16-қиздириш печи, 17-ишқор эритмаси учун аралаштиргич, 18, 20, 21, 23, 25-насослар, 19-диализ қурилмаси, 22-инициатор эритмаси учун аралаштиргич, 24-тайёр маҳсулот.

15-расм. Пластификаторларни ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси

Поликарбонат пластификаторлари ишлаб чиқаришда (15-расм) аввало макромономерлар 10-11-сигимлардан 14-аралаштиргичга юборилади аралаштиргичда уларнинг сувли эритмалари тайёрланиб, 25-насос орқали С-1, С-2, С-3 сигимларга юборилади. 13-синтез реакторида белгиланган миқдорда сув қуйилиб, ҳарорат 70°C га етганда, макромономерлар қисмлаб ёки бирданига реакторга юборилади. Инициаторлар 15-сигимда сувда эритилиб, С-4 сигимга ўтказилади ва макромономерлар юборилгач, синтез усулига қараб синтез реакторига юборилади. Акрил кислотаси С-5 сигимдан, занжир узатгичи С-6 сигимдан, моноизоамил малеинат эса С-8 сигимдан танланган усулга мувофиқ реакторга қисмлаб ёки томчилатиб юборилади ва синтез жараёни амалга оширилади. Диэтанолламин ёки натрий ишқори орқали нейтраллаш жараёни амалга оширилади. Якуний маҳсулот 21-насос орқали 19-диализ қурилмасига юборилиб, паст молекуляр моддалардан тозаланади ва 24-қадоқлашга юборилади.

Техноген чиқиндилардан полифункционал қўшимчалар ишлаб чиқариш технологияси. Таркибида кўп миқдорда кремний сақлаган техноген чиқиндиларни фаоллаштириш бўйича технологик схема ишлаб чиқилди ва қуйидаги 16-расмда келтирилган. Таклиф қилинаётган технология асосида бир неча турдаги чиқиндиларни фаоллаштириш имконияти мавжуд. Ишлаб чиқариш жараёнида асосан айрим технологик жараёнлар ўзгартирилади.



1-пластификатор учун сизим, 2-техноген чиқинди, 3-дозатор, 4-техноген чиқинди учун сизим, 5-фаоллаштириш реактори, 6-қуритгич, 7-тайёр маҳсулот.

16-расм. Таркибида кўп миқдорда кремний сақлаган чиқиндиларни фаоллаштириб, полифункционал қўшимчалар ишлаб чиқаришнинг технологик схема

Полифункционал қўшимчалар олиш учун техноген чиқиндиларни фаоллаштириш жараёни 16-расмдаги схема асосида амалга оширилади. Майдаланган техноген чиқинди (2) махсус сизимга (4) юборилиб, дозатор (5) орқали фаоллаштириш реакторига узатилади. Реакторда белгиланган ҳароратда қориш жараёни амалга оширилади, поликарбонат пластификатори (1) дозатор (3) орқали қўшилади. Аралашма бир жинсли ҳолга келгандан сўнг, қуритгич печда (6) 50-60°C да қуритилади ва қадоқлашга (7) юборилади.

Ишлаб чиқилган технологиянинг экологик самарадорлиги. Тадқиқотлар натижасида цемент ишлаб чиқариш жараёнида 10% фаоллаштирилган саноат чиқиндисини қўшиш орқали клинкер сарфини 10% га камайтириш ва цемент маркасини 40% га ошириш мумкинлиги аниқланди. Бу усул клинкер сарфини тежаш билан бирга экологик самарадорликни ошириш имконини ҳам беради. Экологик самарадорлик ҳисоблаб топилди, натижалар 8-жадвалда келтирилди.

8-жадвал

Клинкер ишлаб чиқаришда CO₂, O₂ ва иссиқлик миқдори, ҳамда экологик самарадорлик

Компонентлар	Миқдор	Ажралиб чиқадиган CO ₂ , кг	Ажралиб чиқадиган CO ₂ , л	Сарф бўладиган O ₂ , кг	Сарф бўладиган O ₂ , л	Ажралиб чиқадиган иссиқлик, МЖ
Кальций карбонати (CaCO ₃)	800 кг	352	17920	0	0	0
Кўмир (C)	200 кг	733.33	373329.66	533.33	373329.14	-6400
Метан (CH ₄)	95 м ³	186.41	94899.64	271.01	189702.94	-3770.38
Жами (кўмир)	1000	1085.33	391249.66	533.33	373329.14	-6400
Жами (метан)	1000	538.41	112819.64	271.01	189702.94	-3770.3
10%га қисқарса (кўмир)	100	108.533	39124.966	53.333	37332.914	-640.0
10%га қисқарса (метан)	100	53.841	11281.964	27.101	18970.294	-377.03

8-жадвал маълумотларига кўра, 1 тонна клинкер ишлаб чиқаришда кўмир ёқилиши натижасида CO₂ миқдори 733,33 кг, O₂ сарфи эса 533,33 кг ни

ташқил этади, бу метан ёқилишига нисбатан анча юқори. Метан ёқилишида CO₂ миқдори 186,41 кг, O₂ сарфи эса 271,01 кг бўлиб, экологик жиҳатдан анча афзал. Ишлаб чиқариш ҳажмини 10% га қисқартириш атмосферага чиқадиган CO₂ ва сарф қилинадиган O₂ миқдорларини сезиларли даражада камайтиради. Шунингдек, фаоллаштирилган саноат чиқиндилари қўшилган юқори маркали цементни қўллаш бино ва иншоотлар конструкцияларининг ҳажми ва массасини қисқартириб, юқори иқтисодий ва экологик самарадорликка эришишга имкон беради.

МК-Ф қўшимчаси қўшилганда цемент мустаҳкамлиги 40% гача ошади, бу эса бино-иншоотлар массасини конструктив ҳисоб асосида 20% гача камайтириш имконини беради. Бу, ўз навбатида, табиий материалларни тежаш, уларни қайта ишлаш ва ташиш харажатларини қисқартиришга хизмат қилади. Қуйидаги 9-жадвалда МК-Ф қўллашнинг цемент ишлаб чиқариш жараёнига таъсири келтирилган.

9-жадвал

МК-Ф қўллашнинг цемент ишлаб чиқариш жараёнига таъсири

Қўшимчалар ва уларнинг миқдори	Клинкер сарфи камайиши	Майдалаш вақти камайиши	Мустаҳкамлик ортиши
Клинкер ҳисобидан 10% МК-Ф қўлланганда	10%	20%	40% гача
Клинкер ҳисобидан 10% МК қўлланганда	10%	0%	5% гача

9-жадвал маълумотларига кўра, фаоллаштирилган қўшимча (МК-Ф) қўшилиши цемент ишлаб чиқаришда самарадорликни оширади. Клинкер ҳисобидан 10% МК-Ф қўлланганда, клинкер сарфи 10% га қисқаради, майдалаш вақти 20% га камаяди ва мустаҳкамлик 40% гача ортиши мумкин. 10% фаоллаштирилмаган одатий МК қўлланганда, клинкер сарфи 10% га қисқарса-да, майдалаш вақти ўзгармайди ва мустаҳкамлик фақат 5% гача ошади. МК-Ф қўлланиши, клинкер сарфини ва майдалаш вақтини қисқартириш билан бирга, мустаҳкамликни сезиларли оширишда яққол устунликка эга.

Ишлаб чиқариладиган пластификатор ва ҳозирги кунда мамлакатимизда четдан олиб келинадиган пластификаторнинг сотув нархлари солиштириб ўрганилган (10-жадвал).

10-жадвал

Маҳаллий пластификатор ва шу турдаги бошқа пластификаторнинг нархдаги тафовутлари

№	Пластификаторлар	1 кг маҳсулот нархи, сўм	PR-196 нархига нисбатан фарқ, сўм	PR-196 нархига нисбатан фарқ, (%)
1.	ПКАН-55	7 963	6037	43
2.	ПКАН-55Д	9 206	4794	34
3.	ПКАН-55На	8 027	5973	43
4.	КПКАН-55-М	7 855	6145	44
5.	PR-196	14000	0	0

10-жадвалда турли пластификаторларнинг 1 кг маҳсулот нархи ва PR-196 билан таққослаганда фарқлари кўрсатилган. ПКАН-55 пластификаторининг нархи 7963 сўм бўлиб, PR-196 га нисбатан 6037 сўм ёки 43% арзонроқ. ПКАН-55Д пластификатори 9206 сўм, PR-196 дан 4794 сўм ёки 34% арзон. ПКАН-55На нархи 8027 сўм бўлиб, PR-196 га нисбатан 5973 сўм ёки 43% арзон. КПКАН-55-М пластификатори 7855 сўм бўлиб, PR-196 га нисбатан 6145 сўм ёки 44% арзонроқ. Жадвалда кўриниб турибдики, барча пластификаторлар PR-196 дан анча арзон ва мос равишда турли даражада иқтисодий самарадорликни таъминлайди.

ХУЛОСА

1. Поликарбонат пластификаторларини олиш жараёнида синтез ҳарорати 70°C ва реагентларни юклаш 4 қисм бўлганда реакцияга киришмаган моддалар миқдорини 4% гача тушириш имконини бериши аниқланди.

2. Синтез қилинган пластификаторлар диализ мембранаси ёрдамида тозалаш, уларнинг цемент тизимларини пластификациялашдаги самарадорлигига таъсири юқори эканлиги аниқланди.

3. Синтез қилинган поликарбонат пластификаторлари цемент зарралари юзасига адсорбцияланганда кечадиган электростатик ва физик-кимёвий жараёнлар таҳлил қилинди ва илмий асосланди.

4. Малейн ангидрид ва полиэтиленгликол асосида синтез қилинган полиэлектролит билан модификация қилинган толалар В15, В20, В30 синфларидаги бетон таркибига қўшилганда қоришма массасида полидисперс ҳолда тарқалиб, бетоннинг мустаҳкамлиги 15-25% га ортиши аниқланди.

5. Техноген чиқиндиларни иккиламчи хомашё сифатида қурилиш соҳасида қўллаш учун кимёвий ишлов бериб, цемент ишлаб чиқариш саноатининг экологияга зарарини камайтириш усули ишлаб чиқилди.

6. Полифункционал қўшимча олишда микрокремнезёмни поликарбонат пластификатори ёрдамида фаоллаштириш натижасида унинг аморф тузилиши қисман кристалл ҳолатга ўтгани илмий асосланиб, цемент олишда қўллашга тавсия этилди.

7. Цемент ишлаб чиқаришда 10% МК-Ф полифункционал қўшимча қўшиш билан клинкер сарфини 10% га камайтириш ва цемент маркасини 40% га ошириш, шу билан бирга клинкер пиширишдаги атроф муҳитга чиқадиган CO₂ миқдорини 10% га камайтириши аниқланди.

8. ПКАН-55, ПКАН-55Д, ПКАН-55На, КПКАН-55-М ва ПКАМП-14 маркали поликарбонат пластификаторлари, ҳамда МК-Ф полифункционал қўшимчасини олиш технологияси ишлаб чиқилди.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

СОТТИКУЛОВ ЭЛЁР СОТИМБОЕВИЧ

**Получение полифункциональных добавок на основе техногенных отходов
и поликарбоксилатов, а также их применение для получения
высококачественного бетона**

**02.00.14 – Технология органических веществ и материалов на их основе
11.00.05 - Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.3.DSc/T819.

Диссертация выполнена в Ташкенском научно-исследовательском институте химической технологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный консультант:	Каримов Масьуд Убайдулла угли доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Ёдгоров Нормухаммад доктор химических наук, профессор Султонов Шавкатжон Абдуллаевич доктор химических наук, доцент Тожиев Панжи Жовлиевич доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	Наманганский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «9» января 2025 г. в «09:00» часов на заседании разового научного совета на основе Научного совета DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 при Ташкенском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкенцкая область, Ташкенцкий р-н, ул. Шурабазар, Тел.: (+99895) 144-67-83. E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкенского научно-исследовательского института химической технологии за № 2024/44, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкенцкая область, Ташкенцкий р-н, Шурабазар, Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Автореферат диссертации разослан «18» декабря 2024 года.

(протокол рассылки № 2024/44 от «18» декабря 2024 г.).



А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., проф. Академик АН РУз

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В последние годы в мире для улучшения свойств строительных материалов и строительных смесей широко используются различные химические добавки. В частности, для улучшения реологических характеристик бетонных смесей применяются пластификаторы, для получения бетонов с ультравысокой прочностью используются базальтовые волокна, а для производства высокомарочных цементов — активные наполнители. На этой основе разработана новых поликарбоксилатных пластификаторов комплексного действия, поли функциональных активных органоминеральных добавок, а также технологии получения модифицированных базальтовых волокон, оказывающих положительное влияние на прочность, и оценка их влияния на свойства цементных систем имеют важное значение.

В мире ведутся научные исследования, направленные на повышение прочности строительных материалов, эффективности их использования и срока службы, а также на сокращение негативного влияния промышленности на окружающую среду при производстве этих материалов. В данном направлении особое внимание уделяется разработке новых типов поликарбоксилатных пластификаторов и их комбинированных разновидностей, переработке промышленных отходов с целью минимизации их вреда для природы, а также созданию ресурсосберегающих технологий, позволяющих с помощью различных химических добавок повысить прочность бетонных изделий.

В нашей стране уделяется большое внимание внедрению инновационных технологий, реализации мер по охране окружающей среды и развитию производственной индустрии, что уже позволило достичь определённых результатов. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы обозначены приоритетные направления развития экономики, а также поставлены важные задачи по «Ускорению производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов и созданию качественно новых продуктов и технологий»¹. В этом направлении важно разрабатывать высокоэффективные, экологически значимые технологии на основе органического синтеза для создания новых поликарбоксилатных пластификаторов для цементных систем и получения полифункциональных добавок путем переработки техногенных отходов, что направлено на развитие ключевых отраслей национальной экономики, включая химическую промышленность.

В Указе Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», постановлении № ПҚ-436 от 2 декабря 2022 года «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан к

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

“зеленой” экономике до 2030 года», постановлении № ПК-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны необходимыми видами продукции и сырья», постановлении № ПК-4256 от 3 апреля 2019 года «О дальнейшем реформировании химической промышленности и повышении её инвестиционной привлекательности», а также в других нормативно-правовых актах, связанных с данной деятельностью, определены задачи, реализация которых в определенной степени будет способствовать результатам данного диссертационного исследования.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологии республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики: VII – «Химические технологии и нанотехнологии» и V – «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации². Научно-исследовательские работы по разработке активных минеральных добавок и поликарбоксилатных пластификаторов на основе промышленных отходов для их применения в цементно-бетонных смесях проводятся в ряде ведущих мировых научно-технических центров и высших учебных заведений, включая: Массачусетский технологический институт (США), Пенсильванский университет (США), Центр технологий полимеров и материалов – СРМТ (Бельгия), Пекинский технологический институт (Китай), Национальный университет Сингапура – NUS (Сингапур), Токийский университет (Япония), Токийский технологический институт (Япония), Университет Торонто (Канада), Австралийский национальный университет (Австралия), Сеульский национальный университет (Южная Корея), Университет Киото (Япония), Университет Баухаус и Мюнхенский технический университет (Германия), Центр химических исследований Венгерской академии наук – CRC-HAS (Венгрия).

Синтез и применение поликарбоксилатных пластификаторов, получение активных минеральных добавок и их использование в цементно-бетонных смесях привели к ряду научных результатов на мировом уровне, включая: экологически эффективный метод синтеза поликарбоксилатных эфиров и определение их физико-химического взаимодействия с поверхностью цементных частиц (Массачусетский технологический институт, США); разработку механизмов воздействия поликарбоксилатных пластификаторов на процесс гидратации цемента (Пекинский технологический институт, Китай); получение экологически эффективных пластификаторов и суперпластификаторов на основе макромеров и мономеров (Токийский университет, Япония); выявление эффективности поликарбоксилатных эфиров в укреплении микроструктуры бетона и их влияния на окружающую

² Обзор международных научных исследований по теме диссертации подготовлен на основе сайтов www.elsevier.com, www.issuer.rssi.ru, www.eilbrary.com, www.edunews.ru, <https://scholar.google.com/>, www.fundamentalresearch.ru и других источников

среду (Университет Торонто, Канада); улучшение механических свойств и долговечности бетона за счёт совместного применения активных минеральных добавок и поликарбоксилатных пластификаторов, а также разработку экологически эффективных составов (Мюнхенский технический университет, Германия); получение поликарбоксилатных пластификаторов, снижающих расход воды в цементно-бетонных смесях (Университет Баухаус, Германия).

В мире ведутся научные исследования по приоритетным направлениям синтеза и применения поликарбоксилатных пластификаторов, получения активных минеральных добавок и их использования в цементно-бетонных смесях, в том числе: синтез поликарбоксилатных эфиров с комплексным воздействием, получение активных минеральных добавок, улучшающих механические свойства бетона, разработка технологий получения поликарбоксилатных пластификаторов с высокой пластифицирующей способностью и оптимизацией процесса гидратации, создание цементно-бетонных смесей, повышающих деформационную прочность бетона и обеспечивающих его долговременную стабильность, а также разработка технологий производства бетонных смесей, обладающих такими техническими характеристиками, как устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам, а также химическая стойкость.

Степень изученности проблемы. В мире активно проводятся исследования в области синтеза и применения поликарбоксилатных пластификаторов, получения активных минеральных добавок из техногенных отходов и их использования в цементно-бетонных смесях, основываясь на защите окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Ученые синтезировали различные поликарбоксилатные эфиры, а также мономеры и макромономеры для улучшения качества бетона и цемента. В Хоккайдском университете (Япония) профессор Суеси Хирата разработал поликарбоксилатные эфиры для бетонных пластификаторов. В Техническом университете Мюнхена (Германия) профессор Дж. Планк и его ученики провели научные исследования по синтезу поликарбоксилатных пластификаторов и их адсорбции на поверхности цементных частиц. В компании Jiangsu Bote New Materials Co (Китай) профессор Qianqian Zhang и его коллеги изучили влияние поликарбоксилатных пластификаторов на цементные смеси и показатели прочности полученного бетона. Кроме того, в Техническом университете Мюнхена (Германия) профессор Hans Müller и в Центре химических исследований Венгерской академии наук (Венгрия) доктор Istvan Nagy исследовали совместное применение поликарбоксилатных пластификаторов и активных минеральных добавок. Доктор Wolfgang Schmidt из Технического университета Мюнхена (Германия) проводит исследования, направленные на повышение экологической эффективности за счет использования поликарбоксилатных пластификаторов.

В нашей республике учёные, такие как Джалилов А.Т., Самигов Н.А., Каримов М.У., Камиллов Х.Х., Акрамов Х.А., проводят научные исследования

по методам синтеза пластификаторов на основе поликарбоксилатов и других добавок для бетонных смесей, а также по их применению для получения высокопрочного бетона. Изучается применение поликарбоксилатных пластификаторов в цементных смесях, их влияние на прочность бетона, разработка устойчивых к агрессивным средам прочных бетонов на основе техногенных отходов, а также создание сейсмостойких бетонов с добавлением базальтовых волокон.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Ташкентского научно-исследовательского института химических технологий по проектам: ПЗ-201709267 «Создание новых геополимеров на основе местного сырья» (2017-2020 гг.), КА-14-001 «Создание и исследование энергосберегающей технологии для бетонов с комплексными добавками на основе местного сырья и вторичных ресурсов» (2014-2017 гг.), И-БТ-2021-66 «Разработка новой технологии получения алюмосиликатной микросферы из золошлаковых отходов» (2020-2022 гг.), ИЛ-722209824 «Создание технологии получения фибробетона на основе базальта, металла и стекла, соответствующего стандартам и обладающего сейсмостойкой конструкцией» (2022-2024 гг.), в рамках прикладных и инновационных проектов.

Целью исследования синтез поликарбоксилатных пластификаторов, разработка технологии получения активных минеральных добавок из техногенных отходов с их помощью и применение их в цементно-бетонных смесях.

Задачи исследования:

получение поликарбоксилатных пластификаторов, определение факторов, влияющих на процессы их синтеза, исследование молекулярной структуры и физико-химических свойств полученных пластификаторов, а также их воздействия на цементные системы;

разработка оптимальных условий для снижения количества макромномеров, не вступивших в реакцию в процессе синтеза поликарбоксилатного пластификатора, и определение их влияния на эффективность пластификации цементных систем;

получение добавок для модификации базальтовых волокон для фибробетона и определение их влияния на механические свойства волокон, а также на прочность полученного фибробетона;

разработка технологий получения полифункциональных добавок для строительной отрасли из техногенных отходов с целью уменьшения их вредного воздействия на окружающую среду;

определение влияния поликарбоксилатных пластификаторов и полифункциональных добавок на физико-химические и механические свойства цементно-бетонных смесей при их применении;

научное обоснование получения полифункциональных добавок через модификацию техногенных отходов, их применение в строительной промышленности и оценка их воздействия на окружающую среду;

совершенствование процесса производства поликарбонатных пластификаторов и полифункциональных добавок в промышленных масштабах, а также разработка экологически эффективной технологии.

Объектами исследования являются акриловая кислота, малеиновый ангидрид, полиэтиленгликоль, 3-макромомеры, инициаторы, меркаптопропионовая кислота, отходы ферросиликомарганца, отходы микрокремнезема, зола-шлаковые отходы, базальтовое волокно, поликарбонатные пластификаторы.

Предметом исследования является синтез пластификаторов с участием цепного переносчика из различных макромономеров, акриловой кислоты и малеинового ангидрида, научное обоснование процессов синтеза, а также активирование техногенных отходов и их применение в цементных композициях, определение механизмов воздействия на цементные системы, оценка реологических и прочностных показателей, а также влияния на процессы гидратации.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы современные физико-химические и физико-механические методы, такие как инфракрасная спектроскопия, гель-хроматография, рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия и лазерная дифракция.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

синтезирован поликарбонатный пластификатор с молекулярной массой до 10 000 Да на основе акриловой кислоты и макромономера АПЕГ, а также определены оптимальные условия процесса;

разработаны оптимальные условия для снижения количества невступивших в реакцию макромономеров в процессах синтеза поликарбонатного пластификатора на основе акриловой кислоты и макромономера НПЕГ;

установлено, что диализ синтезированных пластификаторов с использованием мембраны WМСО 2500 значительно повышает их эффективность в пластификации цементных систем;

установлено, что базальтовые волокна, модифицированные пластификатором на основе малеинового ангидрида, обладают высокой дисперсностью в бетонных системах и снижают расход воды в системе;

разработаны экологически эффективные технологии получения полифункциональных добавок через химическую переработку техногенных отходов и их применения;

Научно обосновано, что полученные полифункциональные добавки из техногенных отходов сокращают расход клинкера и уменьшают негативное воздействие процесса производства цемента на окружающую среду.

Практические результаты исследования заключающаюся в следующем:

разработана технология получения поликарбоксилатных пластификаторов на основе акриловой кислоты и макромономеров с экологичными и энергосберегающими методами;

установлено, что синтезированные поликарбоксилатные пластификаторы при применении в цементных системах обладают высокой пластифицирующей способностью, значительно снижают водопотребление в системе и обеспечивают получаемому продукту высокую прочность;

установлено, что реология и физико-механические свойства фибробетонной смеси зависят от концентрации модификатора при модификации базальтовых волокон;

разработаны методы модификации техногенных отходов и производства поликарбоксилатных пластификаторов, на основе которых получены полифункциональные добавки для цементных систем;

с целью охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов получены полифункциональные добавки из техногенных отходов, а также рассчитана их экологическая эффективность.

Достоверность результатов исследований объясняется использованием высокоэффективных физико-химических и физико-механических методов (ИК-спектроскопии, дифференциального термического анализа, сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, гель-хроматографии), а также синтезом поликарбоксилатных пластификаторов на основе различных макромономеров. На их основе разработана технология активирования техногенных отходов для получения активных органоминеральных добавок для цементных систем, которая прошла промышленные испытания и была внедрена в производство.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке методов синтеза поликарбоксилатных пластификаторов на основе различных мономеров и макромономеров, научном обосновании процессов активации при получении активных органоминеральных добавок, а также в создании усовершенствованных научных основ для производства полифункциональных добавок на основе обобщения результатов научных исследований.

Практическая значимость результатов исследования заключается в переработке техногенных отходов для получения сырья для строительной индустрии, снижении количества вредных газов, выбрасываемых при производстве клинкера, а также в внедрении в практику использования поликарбоксилатных пластификаторов и полифункциональных добавок для цементных систем в качестве компонентов, улучшающих реологические и прочностные свойства цементных систем. Кроме того, разработанная технологическая схема способствует промышленному производству добавок, применяемых в различных областях строительной индустрии.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов научных исследований по получению полифункциональных добавок на основе

техногенных отходов и поликарбосилатов, а также их применению для производства высококачественного бетона:

полученный пластификатор ПКАН-55, выступающий в роли добавки для улучшения реологии бетонных смесей, был внедрён на практике на предприятии ООО «NURAMEMOR», действующем при совместном предприятии ООО «NURA-HIGH-TECHNOLOGIES». Пластификатор использован для бетонирования площадок и основных частей высоковольтных трансформаторов (справка №45 СП ООО «NURA-HIGH-TECHNOLOGIES» от 13 сентября 2024 года). В результате стало возможным получение монолитных бетонов высокой прочности без увеличения количества цемента;

пластификатор ПКАМП-14 был внедрён на практике на совместном предприятии «ROCKFIBER» для обработки базальтовых волокон с целью повышения дисперсности волокон в фибробетонной смеси (справка №85 совместного предприятия «GOLDFIBER PRO» от 28 августа 2024 года). В результате была создана возможность производства базальтовых волокон для применения в бетонных системах;

алюмосиликатные микросферы, полученные из техногенных отходов, использованы в качестве добавки для снижения плотности при производстве огнестойких теплоизоляционных покрытий. Экспериментальные испытания были проведены и внедрены на практике в ООО «SEVEN SYSTEMS» (справка № 5/4/38-3179 Министерства по чрезвычайным ситуациям от 2 октября 2024 года). В результате стало возможным снизить плотность и теплопроводность огнестойких строительных покрытий;

технология активации микрокремнезёмного отхода для получения полифункциональных добавок к цементу внедрена в практику обществом с ограниченной ответственностью «DIASINVEST» (справка № 02/15-3077 Ассоциации предприятий промышленности строительных материалов Республики Узбекистан от 18 октября 2024 года). В результате время помола сокращено на 12%, уменьшено соотношение вода/цемент, а прочность полученного цемента увеличена с 321,12 кг/см² до 453,18 кг/см².

Апробация результатов исследования. Результаты работы были представлены на 16 конференциях, в том числе на 7 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях, где были обсуждены.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 30 научных работ, включая 2 монографии. Из них 12 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (DSc) диссертаций, в том числе 6 статей в республиканских и 6 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 195 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации изложены актуальность и значимость исследования, его цель и задачи, описаны объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Также представлены научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследования в практику, сведения о опубликованных научных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации на тему **«Поликарбоксилатные пластификаторы, активные минеральные добавки и их применение в производстве строительных материалов»** представлены общие сведения о зарубежных и отечественных научных исследованиях по теме диссертации. Рассмотрены различные методы синтеза поликарбоксилатных пластификаторов, их преимущества в применении, а также их достижения и недостатки. В главе также сделан вывод о методах эффективного использования данных пластификаторов.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Материалы, используемые для исследования, синтез поликарбоксилатов и получение полифункциональных добавок»**, представлена экспериментальная часть, в которой описаны свойства использованных реагентов и сырья, обоснована необходимость выбранных методов исследования, рассмотрены методы проведения химических преобразований, синтез поликарбоксилатных пластификаторов, а также способы активирования техногенных отходов для получения полифункциональных добавок.

В процессе синтеза пластификатора ПКАН-55 был подготовлен состав, состоящий из четырех частей. В полипропиленовый сосуд помещали дистиллированную воду, макромномер НПЭГ, акриловую кислоту и 3-меркаптопропионовую кислоту, после чего смесь тщательно перемешивали (раствор-а, часть 1) (Таблица 1). В отдельной емкости растворяли 0,132 кг инициатора в 5 кг дистиллированной воды (раствор-б для части 1). В качестве инициатора использовали персульфат натрия, персульфат аммония или персульфат калия.

Таблица 1

Количество реагентов для синтеза пластификатора ПКАН-55

№	Реагенты	Количество (кг)
Раствор-а (части 1, 2, 3, 4)		
1	Вода	6
2	НПЭГ	15
3	Акриловая кислота	0,9
4	2-меркаптопропионовая кислота, 95%	0,125
Раствор-б		
5	Калий персульфат, $\geq 99\%$	0,132
6	Вода	5

В процессе синтеза для изучения влияния количества частей и интервала времени между ними на ход реакции и получаемый продукт синтез проводился с различными временными интервалами между частями. Полученные результаты представлены в графическом виде на рисунках 1-А и 1-Б.

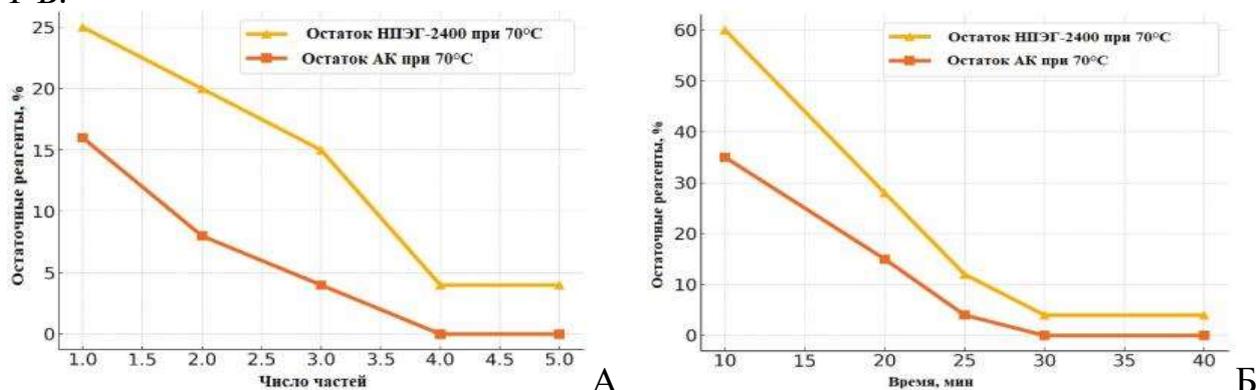


Рисунок 1. Влияние количества частей и времени между частями на количество остаточных реагентов при температуре реакции 70°C.

На графиках, приведенных на рисунках 1-А и 1-Б, показано изменение процентного содержания и количества остаточных реагентов макромономера и мономера АК при температуре 70°C. При 70°C остаточные реагенты макромономера при добавлении 1 части составляют 25%, при добавлении 4 частей снижаются до 4% и остаются на уровне 4% при добавлении 5 частей. Для мономера АК остаточные реагенты на уровне 1 части составляют 16%, при добавлении 4 частей АК полностью вступает в реакцию, снижаясь до 0%, и остается на уровне 0% при 5 частях. Таким образом, при температуре 70°C оптимальный результат для мономера АК достигается на уровне 4 частей. Результаты анализа показывают, что температура и количество частей оказывают значительное влияние на количество остаточных реагентов. Лучший результат достигается при температуре 70°C и 4 частях, где остаток реагентов для АК составляет 0%, а для невступившего в реакцию макромономера — 4%.

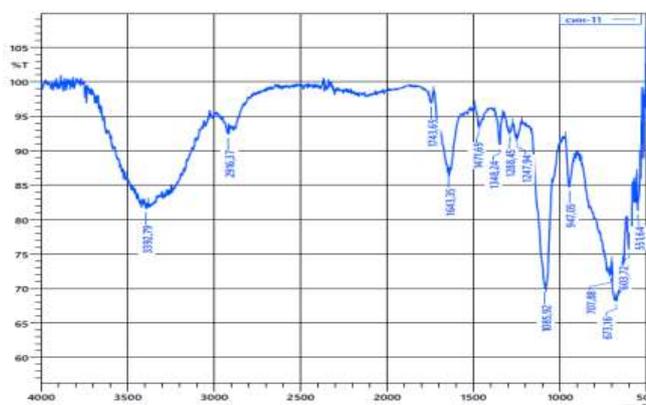


Рисунок 2. ИК-спектр пластификатора ПКАН-55

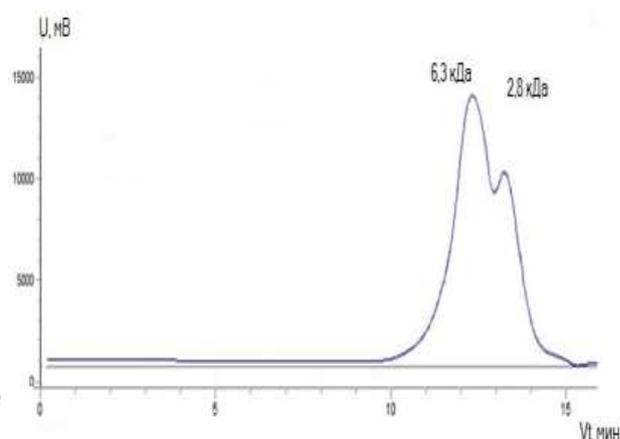
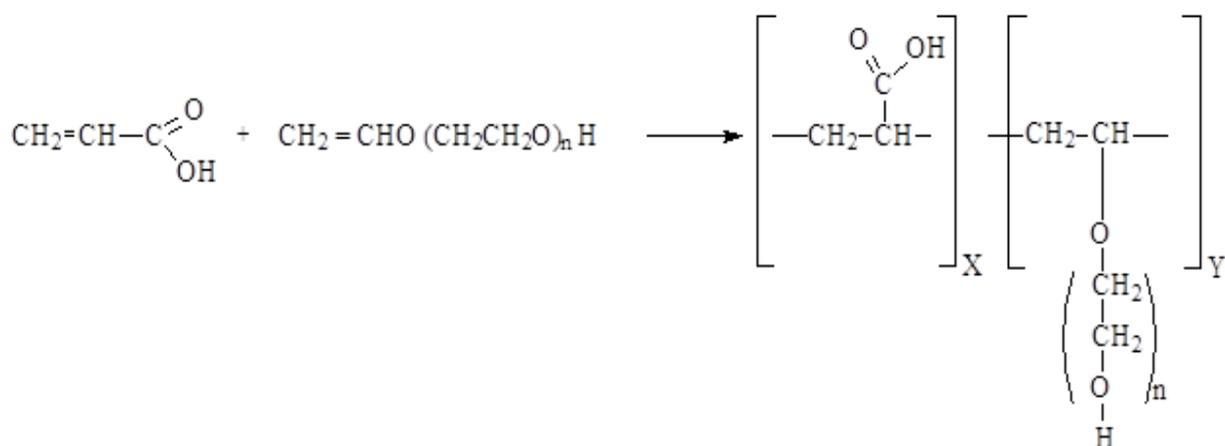


Рисунок 3. Распределение молекулярной массы пластификатора ПКАН-55

В ИК-спектре водного раствора продукта, полученного в результате реакции акриловой кислоты и НПЭГ-2400, на рисунке 2 наблюдаются следующие характерные области: область поглощения в интервале 1417 см^{-1} и 1247 см^{-1} указывает на деформационные колебания группы CH_2 , а области в диапазоне $1247\text{-}1085\text{ см}^{-1}$ соответствуют связям С-О. Области ниже 1000 см^{-1} , например, около 947 см^{-1} и 603 см^{-1} , указывают на деформационные колебания С-Н и С-О. В ИК-спектре полученного продукта основные области поглощения акриловой кислоты, около 1647 см^{-1} и 840 см^{-1} , которые относятся к двойной связи $\text{C}=\text{C}$, исчезают или резко снижается их интенсивность, что свидетельствует о том, что реакция протекает в соответствии с механизмом сополимеризации.

На хроматограмме, представленной на рисунке 3, заметны две основные области разделения: одна с молекулярной массой 6,3 кДа, а другая с молекулярной массой 2,8 кДа. Область с молекулярной массой 6,3 кДа появляется в интервале 10-13 минут, что указывает на присутствие высокомолекулярных соединений. Это свидетельствует о образовании сополимеров в результате реакции между акриловой кислотой и НПЭГ-2400. Вторая область с молекулярной массой 2,8 кДа возникает в интервале 14-15 минут и указывает на присутствие малых молекул или олигомеров. В составе, взятом для анализа, время 4-й части составляет 25 минут. В реакции часть с молекулярной массой 6,3 кДа составляет 82%, тогда как часть с молекулярной массой 2,8 кДа и другие части составляют 18% массы.

Механизм синтеза пластификатора ПКАН-55 с участием АК и НПЭГ-2400 приведен ниже.



Ниже представлена рентгенограмма продукта, полученного после активирования отхода ферросиликомарганца синтезированным поликарбоксилатным пластификатором ПКАН-55 (Рисунок 4). В процессе активирования соотношение отхода ферросиликомарганца и синтезированного пластификатора ПКАН-55 использовалось в соотношении 42,3:1 по сухому остатку. При расчетах влажность в составе отхода была учтена и исключена из массы.

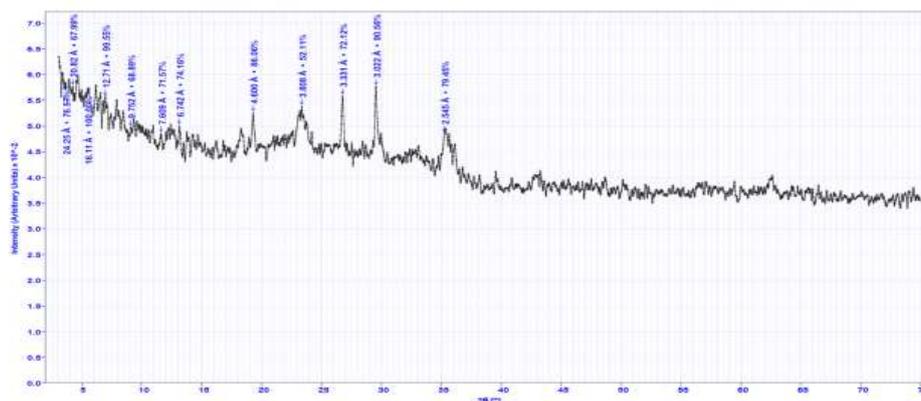


Рисунок 4. Рентгенограмма ферросиликомарганцевого отхода после активации.

Согласно анализу рентгенограммы отхода ферросиликомарганца после активирования, приведённой на рисунке 4, после активирования наблюдается заметное изменение расстояния до 4,600 Å. Расстояния между плоскостями, относящимися к другим областям на рентгенограмме неактивированного отхода ферросиликомарганца: 3,346 Å, 3,031 Å, 2,536 Å, в основном связаны с аморфным оксидом кремния и его частично гидратированными связями, и после активирования изменяются незначительно. В частности: 3,346 Å смещается до 3,331 Å, 3,031 Å — до 3,022 Å, 2,536 Å — до 3,545 Å. Кроме того, в промежутках между этими расстояниями наблюдается новая область средней интенсивности, при этом расстояние между поверхностями составляет 3,808 Å, что приводит к возникновению дифракции. Эти характеристики дифракции относятся к тридимиту, который является одним из полиморфов оксида кремния, встречающимся наряду с кварцем и кристобалитом.

Кроме того, в областях с углом дифракции менее 15 градусов появляются новые области с незначительной интенсивностью. Они соответствуют дифракциям 6,742 Å, 7,609 Å, 12,71 Å, что указывает на размеры различных направлений кристаллов минерала родонит, то есть $MnO \cdot SiO_2$, и характеризует дифракцию, относящуюся к родониту.

Для обеспечения надежности и интерпретации полученных результатов отход ферросиликомарганца и продукт после активирования были изучены методом сканирующей электронной микроскопии.

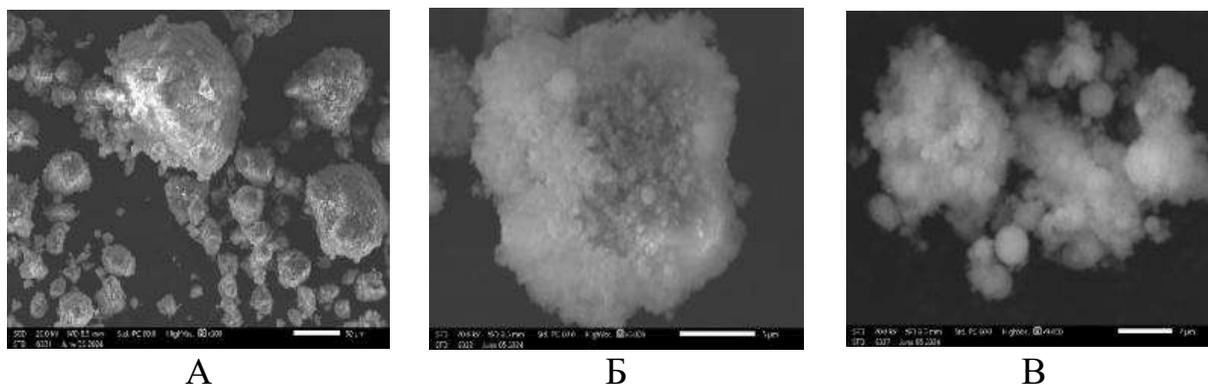


Рисунок 5. СЭМ-изображения отхода ферросиликомарганца, активированного пластификатором ПКАН-55.

Рисунок 5. На СЭМ-изображениях отхода ферросиликомарганца, активированного поликарбоксилатным пластификатором, видно, что сферические массы в составе активированного отхода ферросиликомарганца уменьшились и перешли в различные кристаллические состояния.

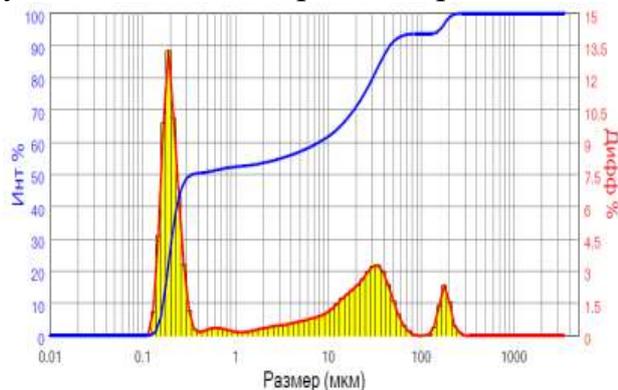


Рисунок 6. Размер и распределение частиц неактивированного отхода ферросиликомарганца (МК).

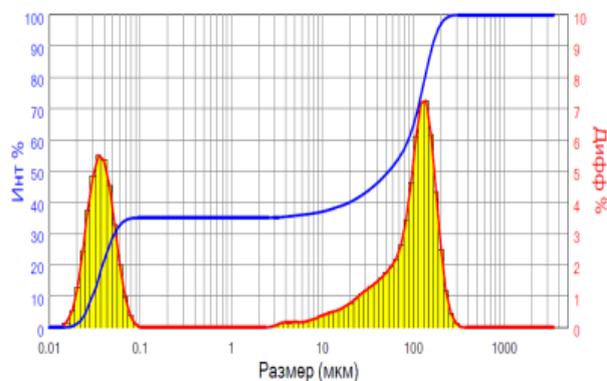


Рисунок 7. Размер и распределение частиц активированного отхода ферросиликомарганца (МК-Ф).

Максимальная лазерная дифракция составляет 13,5%, интенсивность — 88%, причем размеры частиц в основном достигают 2 мкм, составляя более 53,5%. Количество частиц в диапазоне 100-200 мкм составляет 4,87% (рисунок 6). Размеры частиц активированного отхода ферросиликомарганца (МК-Ф) до 2 мкм составляют 35,11%, а количество частиц в диапазоне 100-200 мкм составляет 32,39% (рисунок 7). В процессе активирования под воздействием полученного пластификатора в структуре отхода ферросиликомарганца происходят изменения, увеличиваются его кристаллические свойства.

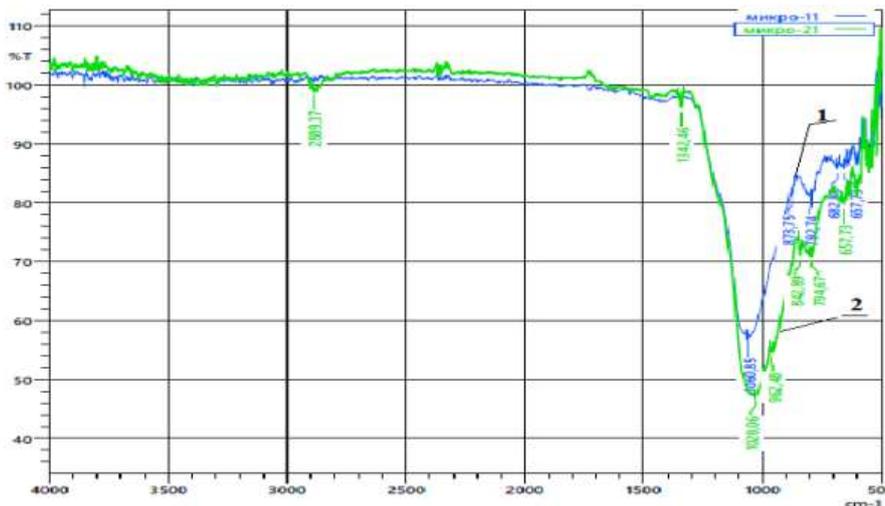


Рисунок 8. ИК-спектры продуктов МК и МК-Ф..

Как видно на рисунке 8, в ИК-спектре микрокремнезема до активирования (синий цвет (1)) основные области находятся в интервалах $2893,37 \text{ см}^{-1}$ (С-Н), $1342,46 \text{ см}^{-1}$ (деформация С-Н), $1003,85 \text{ см}^{-1}$ (связи Si-O-Si) и $827,15 \text{ см}^{-1}$, а также $657,73 \text{ см}^{-1}$ (структура оксида кремния). В ИК-спектре микрокремнезема после активирования (зеленый цвет (2)) области расположены на $2893,37 \text{ см}^{-1}$ (связи С-Н и С=О), 1730 см^{-1} (колебания связей

C=O), 1342,46 cm^{-1} (колебания связей C-H), 1028,06 cm^{-1} и 1003,85 cm^{-1} (связи Si-O-Si и Si-OH), а также 827,15 cm^{-1} и 657,73 cm^{-1} (структура оксида кремния). Эти изменения указывают на структурные изменения, произошедшие в результате взаимодействия поликарбоксилатного эфира с микрокремнеземом.

Из этого следует, что проведенные эксперименты взаимосвязаны и выражают общую закономерность, подтверждая данные, полученные друг от друга. Это дает возможность научного обоснования повышения прочности бетона при использовании в цементной промышленности после активирования.

В третьей главе диссертации, названной «Применение синтезированных пластификаторов в цементных системах», проанализированы с помощью физико-химических методов физико-химические процессы, возникающие при применении полученных пластификаторов в цементных системах, оптимальные количества пластификаторов и их влияние на свойства цементных систем, а также возможности широкомасштабного применения для получения высококачественных бетонов.

С целью более глубокого понимания механизмов взаимодействия между поверхностью цементных частиц и суперпластификатором ПКАА-40, синтезированным на основе акриловой кислоты и аллилметоксиполиэтиленгликоля, зета-потенциалы цементных частиц, адсорбированных при различных концентрациях суперпластификатора, были проанализированы с помощью устройства ДТ-310 (Dispersion Technology Inc., Bedford Hills, NY, USA). Исследование проводилось на цементе марки SEM I 42.5Н при водоцементном соотношении 0,51 с добавлением пластификатора. Полученные результаты представлены на графике на рисунке 9.

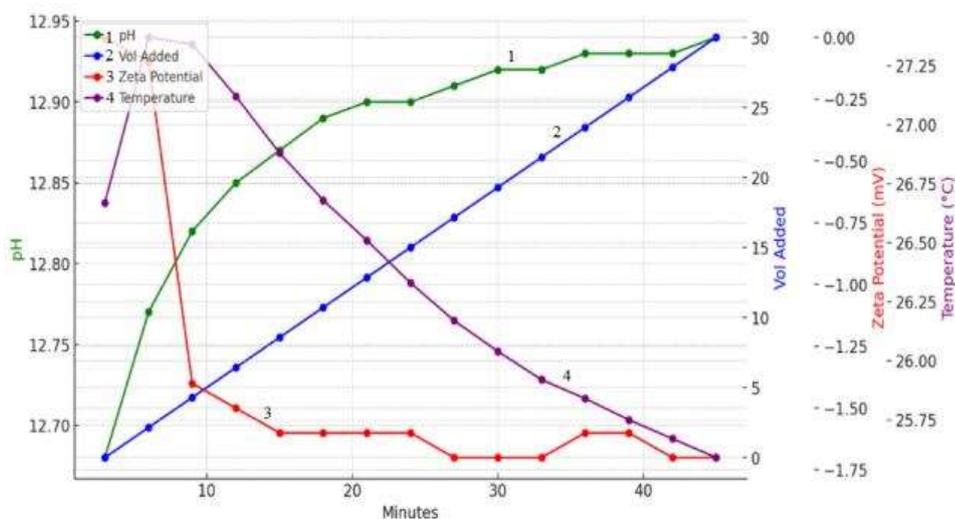


Рисунок 9. Взаимодействие между частицами цемента марки SEM I 42.5Н и пластификатором ПКАА-40.

Когда количество 2,2% раствора суперпластификатора, добавляемого в образец суспензии, достигло 4,287 грамма, показатель зета-потенциала в

суспензии составил $-1,4$ mV. При увеличении количества добавляемого раствора до $17,143$ грамма показатель зета-потенциала составил $-1,7$ mV. Этот процесс произошел на 27-й минуте анализа. После этого увеличение количества суперпластификатора в суспензии не оказало значительного влияния на показатель зета-потенциала. Следовательно, в составе $17,143$ грамма $2,2\%$ пластификатора содержится $0,377$ грамма (в пересчете на сухой остаток) пластификатора. Из этого следует, что синтезированный суперпластификатор дает наибольший эффект при добавлении в количестве $0,57\%$ от массы цемента.

Очистка синтезированного пластификатора ПКАН-55 от невступивших в реакцию макромономеров влияет на эффективность получаемого пластификатора. Установлено, что количество невступивших в реакцию макромономеров также влияет на количество сухого остатка пластификатора и, при применении, увеличивает расход пластификатора, что при достижении определенного уровня отрицательно сказывается на растекаемости цементного теста. Для определения остаточных мономеров в исследованиях проводилось двухкратное диализирование каждого продукта синтеза в дистиллированной воде с использованием диализных мешочков с проницаемостью 1000 дальтон WМСO 1000 и 2500 дальтон WМСO 2500 , с последующим определением количества сухого остатка. На графике, представленном на рисунке 10, показаны размеры растекаемости цементного теста до и после диализа пластификатора в различных концентрациях. В процессе исследований использовался усеченный конус с размерами: верхний диаметр 21 мм, нижний диаметр 40 мм, высота 58 мм.

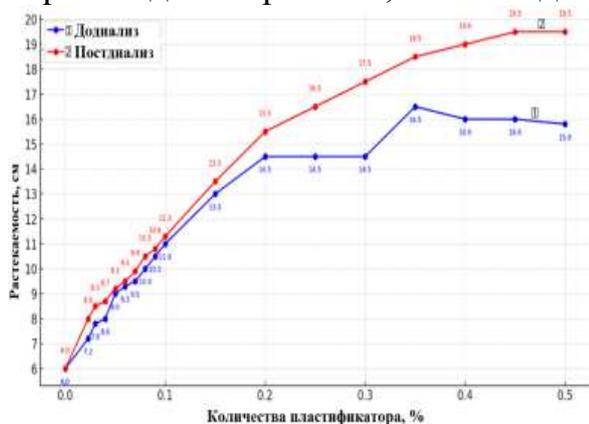


Рисунок 10. График зависимости количества пластификатора от растекаемости цементного теста.

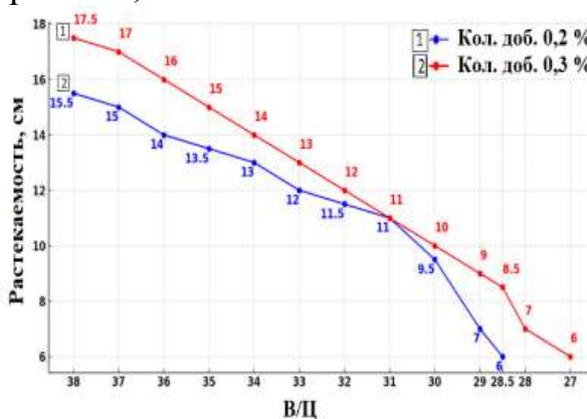


Рисунок 11. Зависимость пластификатора от водоцементного соотношения.

Исследования проводились при водоцементном соотношении $0,38$. Количество пластификатора было взято по сухому остатку относительно массы цемента.

Наблюдалось значительное улучшение растекаемости цементного теста с увеличением количества не диализированного пластификатора. Для контрольного образца величина растекаемости составила 6 см. При количестве не диализированного пластификатора $0,023\%$ поперечное сечение

растекаемости составило 7,2 см, при 0,05% — 9 см. При увеличении количества до 0,1% растекаемость составила 11 см, что на 83,33% больше по сравнению с контрольным образцом. При самом высоком количестве (0,50%) растекаемость составила 15,8 см, что указывает на увеличение на 163,33%.

После диализа пластификатор оказал аналогичное воздействие, но был еще более эффективным. При количестве пластификатора 0,023% диаметр растекаемости составил 8 см, при 0,05% — 9,2 см. При количестве 0,1% растекаемость составила 11,3 см, что на 88,33% больше по сравнению с контрольным образцом. При самом высоком количестве (0,50%) растекаемость составила 19,5 см, что указывает на увеличение на 225%.

На графике, представленном на рисунке 11, четко показана зависимость между водоцементным соотношением (В/Ц) и растекаемостью (см) при добавлении 0,2% и 0,3% добавки. Наблюдается, что с уменьшением водоцементного соотношения растекаемость снижается в обоих случаях. При добавлении 0,2% добавки, В/Ц удалось снизить с 0,38 до 0,285, при этом растекаемость уменьшилась с 15,5 см до 6 см. Это показывает, что данное количество добавки эффективно для улучшения растекаемости, но при снижении В/Ц наблюдается резкое уменьшение растекаемости. При добавлении 0,3% добавки, В/Ц удалось снизить с 0,38 до 0,27, а растекаемость уменьшилась с 17,5 см до 6 см. Это указывает на то, что при более высоком количестве добавки растекаемость сохраняется лучше. Для определения уменьшения расхода воды в цементной системе при содержании пластификатора 0,3%, при выполнении следующих расчетов установлено, что при содержании добавки 0,3% расход воды уменьшается на 29%.

Синтезированный пластификатор ПКАМП-14 был использован в качестве модификатора для модификации базальтового волокна. В технологическом процессе производства базальтового волокна была проведена модификация базальтового волокна. На этапе получения и обработки волокна базальтовое волокно обрабатывалось раствором модификатора на основе акриловой кислоты, малеинового ангидрида и макромономера полиэтиленгликоля в различных концентрациях (1%, 5%, 10%, 15%).

Данные для сравнения результатов и определения оптимальной концентрации модификатора представлены в Таблице 2. Определение прочностных характеристик волокон также приведено в Таблице 2.

Таблица 2

Зависимость прочности базальтового волокна от концентрации модификатора

Наименование	Прочность при разрыве, Н	Относительное удлинение, %	Удельная прочность при разрыве, мН/тех	Модуль упругости, Н/тех
1-образец (1%)	135.8	2.3	374.1	17
2-образец (5%)	152.7	2.3	420.8	23
3-образец (10%)	198.5	3.2	556,9	23
4-образец (15%)	205.3	2.8	565,7	20

По результатам испытаний базальтовые волокна, обработанные 10% модификатором, показали лучшие показатели: относительное удлинение 3,2%, модуль упругости 23 Н/текс, прочность при разрыве 198,5 Н.

Базальтовые волокна, модифицированные ПКМП-14, при добавлении в состав бетонной смеси марки В30 показали наивысшие значения прочности для образцов с длиной волокон 20 мм, особенно для образцов, содержащих 1% и 1,5% добавки.

Таблица 3

Прочность образцов бетона, микроармированных модифицированным базальтовым волокном (В30 (III серия)).

Класс бетона	Длина волокна, мм	Возраст образцов, дни	0,5%	1,0%	1,5%
			Прочность, МПа	Прочность, МПа	Прочность, МПа
В30 (серия III)	10 мм	7	33.4	35.5	35.9
		28	44.3	46.4	46.8
	12 мм	7	33.5	35.6	36.7
		28	44.8	46.9	47.9
	15 мм	7	33.9	35.9	38.2
		28	45.2	46.3	47.7
	20 мм	7	34.2	37.3	38.5
		28	45.6	47.6	49.8

Как показано в таблице, использование базальтовых волокон в доле 1,5% от массы цемента приводит к значительному увеличению прочности бетона. Максимальные значения прочности (до 49,8 МПа через 28 дней) фиксируются для образцов с волокнами длиной 20 мм.

В четвёртой главе диссертации, озаглавленной «**Активация техногенных отходов и их использование в качестве полифункциональных добавок для цементных систем**», представлены результаты исследований, направленных на снижение вредного воздействия техногенных отходов на окружающую среду за счёт их применения в строительной отрасли с использованием различных методов химической активации.

При получении образцов цемента полифункциональная добавка вводилась в количестве 10% от общей массы за счет клинкера. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Свойства цементных образцов, полученных с добавлением МК и МК-Ф

№	Тип образца	Водоцементное соотношение	Марка цемента
1.	Контрольный образец	0,4	400
2.	Клинкер+гипс+МК-Ф	0,35	500
3.	Клинкер+гипс+МК	0,35	450

Для изучения влияния добавки МК-Ф были проведены испытания и анализ прочностных показателей модифицированных образцов цемента в разрезе дней. Полученные результаты представлены в таблице 5 в числовом выражении.

Таблица 5

**Показатели прочности немодифицированных и модифицированных образцов
цементного камня**

№	Количество добавки, %		Прочность, МПа					
			3 кун		7 кун		28 кун	
			R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}
1.	-	0	3,6	12,3	4,9	21,4	5,8	41,3
2.	МК-Ф	10	8,1	27,4	11,5	37,4	13,8	68,7
3.	МК	10	3,4	13,8	6,9	26,6	8,9	42,5

Из приведенной таблицы видно, что прочность немодифицированного цементного образца через 28 суток составляет 5,8 МПа при изгибе и 41,3 МПа при сжатии. В образце цемента с добавлением 10% МК-Ф показатели составили 13,8 МПа при изгибе и 68,7 МПа при сжатии. Кроме того, прочность цементного образца, модифицированного 10% МК, достигла 8,9 МПа при изгибе и 42,5 МПа при сжатии. Результаты свидетельствуют о том, что прочность цемента, модифицированного МК, увеличивается, а цемент с добавлением МК-Ф обладает примерно на 40% большей прочностью по сравнению с немодифицированным цементом.

Изучено влияние количества полиэлектrolита ПКАН-55, используемого при получении полифункциональной добавки МК-Ф, на прочность цементного камня. Полученные результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6

**Влияние количества полиэлектrolита ПКАН-55 при получении
полифункциональной добавки МК-Ф на прочность цемента**

№	Цемент			Вода/цемент (В/Ц)	Расстекаемость при 33 ударах мм	Прочность при изгибе		Прочность при сжатии	
	Клинкер %	Гипс %	Количество полиэлектrolита при получении МК-Ф нисбатан)			7 суток, МПа	28 суток, МПа	7 суток, МПа	28 суток, МПа
Клинкер Бекабадского цементного завода									
1.	97	3	-	0,4	107	4,9	6,1	29,7	42,5
2.	82	3	15	0,20	108	7,5	8,9	42,7	59,05
3.	77	3	20	0,19	109	7,8	9	48	63,04
Клинкер Ахангаранского цементного завода									
1.	97	3	-	0,4	107	5,02	6,4	33,1	50,08
2.	82	3	15	0,20	108	7,8	9,02	49,8	64,09
3.	77	3	20	0,19	109	8,2	9,4	61,8	68,00
Клинкер Кызыкумского цементного завода									
1.	97	3	-	0,4	107	4,9	6,1	29,4	45,0
2.	82	3	15	0,31	108	7,5	8,9	42,7	59,05
3.	77	3	20	0,20	109	7,9	9,1	51,8	62,02

*В каждый образец добавлено 10% МК-Ф.

В исследованиях использовались клинкеры, производимые несколькими местными заводами. При анализе результатов исследований было обнаружено, что при использовании всех клинкеров в процессе получения МК-Ф наибольшая эффективность достигается при содержании полиэлектrolита в количестве 20% по отношению к МК. Однако при увеличении содержания полиэлектrolита более 20% показатели прочности не увеличиваются значительно, что приводит к удорожанию продукции. Кроме того, при приготовлении цементного теста из модифицированного цемента снижается потребность в воде. Следовательно, полифункциональная добавка в составе цемента влияет на потребность цементной системы в воде, снижая её.

В пятой главе диссертации, названной «**Основы получения алюмосиликатных микросфер из золошлаковых отходов и их применения в цементных системах**», представлены результаты исследований по снижению воздействия золошлаковых отходов угольных теплоэлектростанций на окружающую среду и целевому использованию этих отходов, а также методы получения из них различных сырьевых материалов.

На базе Ташкентского научно-исследовательского института химических технологий алюмосиликатные микросферы, произведенные из золошлаковых отходов, являющихся техногенными отходами, использовались в различных строительных смесях. Наивысшая прочность была выявлена в композитах, наполненных алюмосиликатными микросферами, при этом прочность при сжатии составила $R_{сжат} = 4,02$ МПа, а водостойкость $K_{раз} = 0,72$ (Таблица 7).

Таблица 7

Свойства смесевых композитов

Наполнитель	Соотношение вода-известь (В/И)	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии на 7/28 сут, МПа	$K_{раз}$
Контрольный образец (без добавок)	0,96	1010	3,60/4,80	0,72
Алюмосиликатная микросфера	1,05	600	3,35/4,02	0,72
Вспученный вермикулитовый песок	2,0	630	1,85/2,05	0,62
Перлитовый песок	1,92	780	2,40/2,90	0,65

При использовании микросфер не требуется избыток воды, влияющий на прочность материала. Это обусловлено закрытой ячеистой сферической структурой микросфер, которая не поглощает воду, что не влияет на снижение прочности материала.

Для улучшения совместимости алюмосиликатных микросфер с цементами было добавлено 2% специально синтезированных геополимерных

добавок от общей массы цемента. Алюмосиликатные микросферы добавлялись в количестве от 1% до 20% от общей массы.

Как видно из графика на рисунке 12, добавление полученных алюмосиликатных микросфер в цементно-бетонную смесь значительно влияет на её реологические свойства.

При добавлении 5% алюмосиликатных микросфер прочность увеличивается с 400 до 440 кг/см², а плотность значительно снижается: с 2350 до 2300 кг/м³.

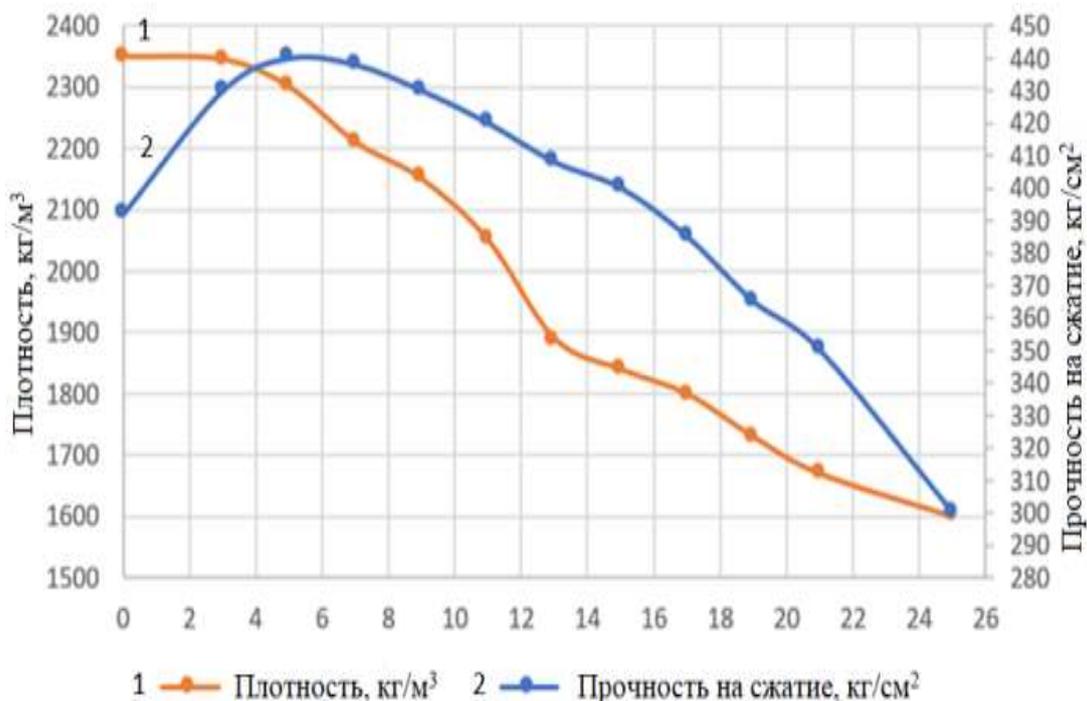


Рисунок 12. Влияние количества алюмосиликатных микросфер на реологические свойства бетона

При добавлении 15% алюмосиликатных микросфер показатель прочности снижается до 400 кг/см², а плотность уменьшается до 1840 кг/м³. При добавлении более 15% алюмосиликатных микросфер показатель прочности уменьшается обратно пропорционально.

Покртия, производимые на основе сухих строительных смесей, должны быть водостойкими, и их коэффициент размягчения не должен быть меньше 0,80. Коэффициент размягчения контрольных образцов на основе цементно-песчаного состава составляет $K_{разм}=0,65$.

В контрольных образцах коэффициент размягчения цементно-песчаного покрытия составил $K_{разм}=0,65$. Добавление 15% модифицирующей добавки на основе алюмосиликатных микросфер снизило водопоглощение и увеличило коэффициент размягчения до $K_{разм}=0,9$. Отмечено, что использование синтезированной добавки в составе сухой строительной смеси на органоминеральной основе показало высокую эффективность в повышении влагостойкости и обеспечении долгосрочной стабильности цементно-песчаных композитов.



Рисунок 13. Влияние количества цемента на прочность полученных композитов.

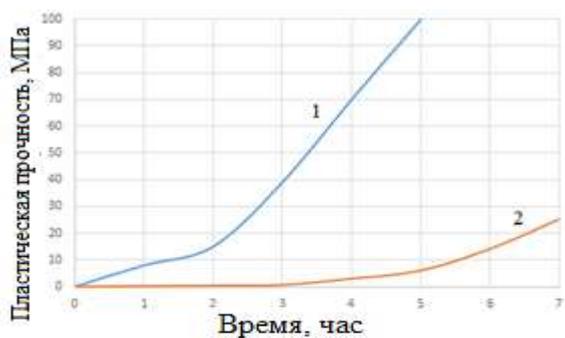


Рисунок 14. Изменение пластической прочности смеси с добавлением пластификатора: 1 – без добавки; 2 – с добавкой на основе поликарбоксилата.

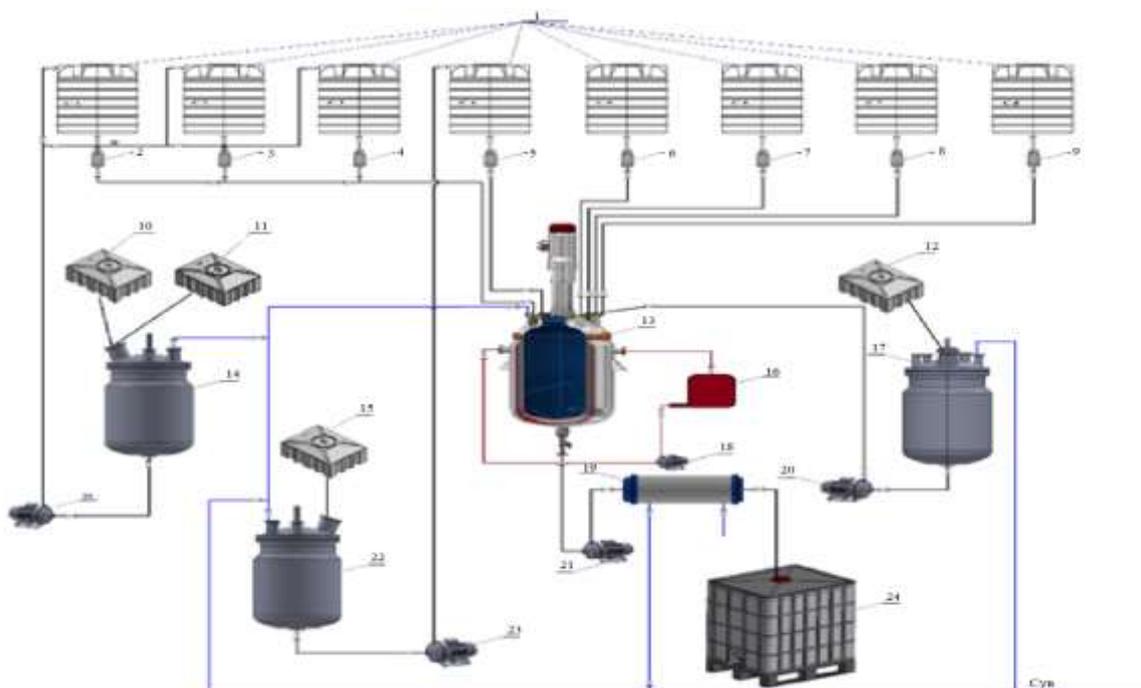
Для определения эффективности в составе разрабатываемой сухой строительной смеси использовался обычный цемент марки ПЦ-400. Результаты исследования показаны на рисунке 13.

Согласно результатам исследования, использование цемента в составе сухой строительной смеси повышает стойкость композитов. Оптимальное количество цемента установлено на уровне 20% от массы песка. При увеличении содержания цемента прочность возрастает до 5 МПа. Однако превышение 20% цемента приводит к увеличению плотности и теплопроводности. Добавление 15% алюмосиликатных микросфер с органическим модификатором и 5% органоминеральной добавки на основе геополимера снизило водопоглощение и увеличило коэффициент размягчения до 0,94. Пластификаторы на основе поликарбоксилатов вводились в количестве 1% от массы цемента. Как показали результаты пластограммы (рисунок 14), пластификаторы влияют на структуру композиции: через 3 часа пластическая прочность состава с добавками составила $\tau=0,67$ кПа, а без добавок — $\tau=39,03$ кПа.

В шестой главе диссертации, названной «Технология производства, экологическая и экономическая эффективность», рассчитана и объяснена в виде таблиц экономическая и экологическая эффективность производства поликарбоксилатных пластификаторов и переработки техногенных отходов для получения строительного сырья.

На базе Ташкентского научно-исследовательского института химии и технологии разработана технология получения поликарбоксилатных пластификаторов и переработки техногенных отходов для создания различных полифункциональных добавок для строительной индустрии.

Процессы синтеза пластификаторов имеют схожую природу, поэтому все виды пластификаторов можно производить на основе одной комплексной технологии. Однако порядок выполнения синтеза и технические параметры процесса отличаются между собой. На рисунке 15 представлена технологическая схема предлагаемого комплексного оборудования для производства выбранных пластификаторов.

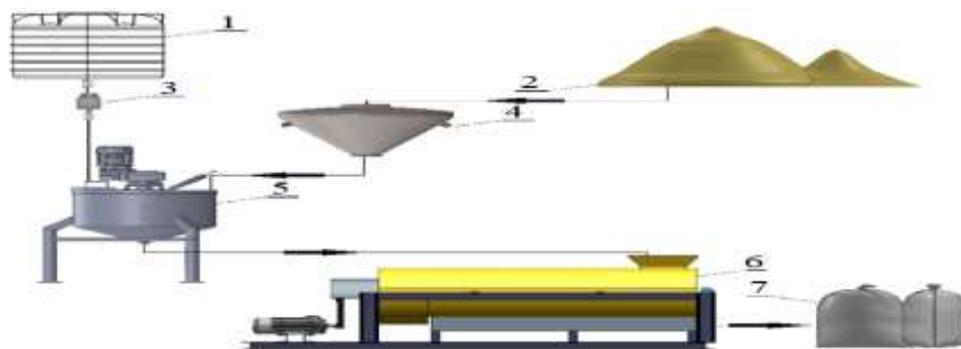


1 — ёмкость для реагентов, 2-9 — дозаторы, 10-11 — ёмкости для макромономеров, 12 — ёмкость для щёлочи, 13 — реактор синтеза, 14 — мешалка для раствора макромономера, 15 — ёмкость для инициатора, 16 — печь нагрева, 17 — мешалка для щелочного раствора, 18, 20, 21, 23, 25 — насосы, 19 — диализное устройство, 22 — мешалка для раствора инициатора, 24 — готовый продукт.

Рисунок 15. Технологическая схема производства пластификаторов

При производстве поликарбоксилатных пластификаторов (рисунок 15) макромономеры сначала подаются из емкостей 10–11 в смеситель 14, где готовятся их водные растворы, которые затем с помощью насоса 25 направляются в емкости С-1, С-2, С-3. В синтез-реакторе 13 в установленном количестве заливается вода, и при достижении температуры 70°С макромономеры вводятся частями или полностью. Инициаторы растворяются в воде в емкости 15, затем перекачиваются в емкость С-4 и, в зависимости от метода синтеза, направляются в синтез-реактор после добавления макромономеров. Акриловая кислота поступает из емкости С-5, цепной переносчик — из емкости С-6, а моноизоамилмалеинат из емкости С-8 частями или капельно вводятся в реактор согласно выбранному методу, где осуществляется процесс синтеза. Нейтрализация проводится с использованием диэтаноламина или натриевого щелока. Готовый продукт с помощью насоса 21 направляется в диализное устройство 19 для очистки от низкомолекулярных соединений и далее отправляется на упаковку (24).

Технология производства полифункциональных добавок из техногенных отходов. Разработана технологическая схема активирования техногенных отходов, содержащих большое количество кремния, которая представлена на рисунке 16. Предлагаемая технология позволяет активировать несколько видов отходов. В производственном процессе в основном изменяются некоторые технологические процессы.



1 — ёмкость для пластификатора, 2 — техногенные отходы, 3 — дозатор, 4 — ёмкость для техногенных отходов, 5 — реактор активирования, 6 — сушилка, 7 — готовый продукт.

Рисунок 16. Технологическая схема производства полифункциональных добавок путем активирования отходов, содержащих большое количество кремния.

Процесс активации техногенных отходов для получения полифункциональных добавок осуществляется согласно схеме, представленной на рисунке 16. Измельченные техногенные отходы (2) подаются в специальную емкость (4), откуда через дозатор (5) направляются в реактор активации. В реакторе при заданной температуре осуществляется процесс перемешивания, при этом поликарбоксилатный пластификатор (1) добавляется через дозатор (3). После достижения однородной консистенции смесь высушивается в сушильной печи (6) при температуре 50–60°C, а затем отправляется на упаковку (7).

Экологическая эффективность разработанной технологии. В результате исследований установлено, что добавление 10% активированных промышленных отходов в процессе производства цемента позволяет снизить расход клинкера на 10% и увеличить марку цемента на 40%. Этот метод не только экономит клинкер, но и повышает экологическую эффективность. Экологическая эффективность была рассчитана, результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8

Количество CO₂, O₂ и тепла при производстве клинкера, а также экологическая эффективность

Компоненты	Количество	Выделяемый CO ₂ , кг	Выделяемый CO ₂ , л	Потребляемый O ₂ , кг	Потребляемый O ₂ , л	Выделяемое тепло, МДж
Карбонат кальция (CaCO ₃)	800 кг	352	17920	0	0	0
Уголь (С)	200 кг	733.33	373329.66	533.33	373329.14	-6400
Метан (СН ₄)	95 м ³	186.41	94899.64	271.01	189702.94	-3770.38
Итого (уголь)	1000	1085.33	391249.66	533.33	373329.14	-6400
Итого (метан)	1000	538.41	112819.64	271.01	189702.94	-3770.3
Сокращение на 10% (уголь)	100	108.533	39124.966	53.333	37332.914	-640.0
Сокращение на 10% (метан)	100	53.841	11281.964	27.101	18970.294	-377.03

Согласно данным таблицы 8, при производстве 1 тонны клинкера сжигание угля сопровождается выбросом 733,33 кг CO₂ и потреблением

533,33 кг O₂, что значительно выше по сравнению с сжиганием метана. При сжигании метана выброс CO₂ составляет 186,41 кг, а расход O₂ — 271,01 кг, что делает его более экологически предпочтительным. Сокращение объемов производства на 10% существенно уменьшает выбросы CO₂ и потребление O₂ в атмосферу. Кроме того, использование высокомарочного цемента с добавлением активированных промышленных отходов позволяет снизить объем и массу конструкций зданий и сооружений, обеспечивая высокую экономическую и экологическую эффективность.

При добавлении добавки МК-Ф прочность цемента увеличивается до 40%, что позволяет на основе конструктивных расчетов снизить массу зданий и сооружений до 20%. Это, в свою очередь, способствует экономии природных материалов, снижению затрат на их переработку и транспортировку. В таблице 9 представлены данные о влиянии применения МК-Ф на процесс производства цемента.

Таблица 9

Влияние применения МК-Ф на процесс производства цемента

Добавки и их количество	Снижение расхода клинкера	Сокращение времени измельчения	Увеличение прочности
При использовании 10% МК-Ф вместо клинкера	10%	20%	до 40%
При использовании 10% МК вместо клинкера	10%	0%	до 5%

Согласно данным таблицы 9, добавление активированного добавочного материала (МК-Ф) повышает эффективность производства цемента. При использовании 10% МК-Ф от массы клинкера расход клинкера сокращается на 10%, время измельчения уменьшается на 20%, а прочность может увеличиться до 40%. При использовании 10% неактивированного обычного МК расход клинкера также сокращается на 10%, однако время измельчения остаётся неизменным, а прочность увеличивается только до 5%. Применение МК-Ф обладает явным преимуществом, поскольку не только снижает расход клинкера и время измельчения, но и значительно увеличивает прочность.

Были также сравнены цены на производимые пластификаторы и на пластификаторы, импортируемые в настоящее время в нашу страну (таблица 10).

Таблица 10

Разница в ценах между местным пластификатором и другими аналогичными пластификаторами

№	Пластификаторы	Цена за 1 кг продукта, сум	Разница по сравнению с ценой ПР-196, сум	Разница по сравнению с ценой ПР-196, (%)
1.	ПКАН-55	7 963	6037	43
2.	ПКАН-55Д	9 206	4794	34
3.	ПКАН-55На	8 027	5973	43
4.	КПКАН-55-М	7 855	6145	44
5.	PR-196	14000	0	0

В таблице 10 показаны цены за 1 кг различных пластификаторов и их различия по сравнению с PR-196. Цена пластификатора ПКАН-55 составляет 7963 сум, что на 6037 сум или 43% дешевле, чем PR-196. Пластификатор ПКАН-55Д стоит 9206 сум, что на 4794 сум или 34% дешевле, чем PR-196. Цена ПКАН-55На составляет 8027 сум, что на 5973 сум или 43% дешевле, чем PR-196. Пластификатор КПКАН-55-М стоит 7855 сум, что на 6145 сум или 44% дешевле по сравнению с PR-196. Из таблицы видно, что все пластификаторы значительно дешевле PR-196 и обеспечивают разную степень экономической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что при синтезе поликарбоксилатных пластификаторов температура синтеза 70°C и загрузка реагентов в 4 этапа позволяют снизить количество невступивших в реакцию веществ до 4%.

2. Установлено, что очистка синтезированных пластификаторов с помощью диализной мембраны оказывает положительное влияние на их эффективность в пластификации цементных систем.

3. Анализированы и научно обоснованы электростатические и физико-химические процессы, происходящие при адсорбции синтезированных поликарбоксилатных пластификаторов на поверхности цементных частиц.

4. Установлено, что волокна, модифицированные полиэлектролитом, синтезированным на основе малеинового ангидрида и полиэтиленгликоля, при добавлении в состав бетона классов В15, В20, В30 равномерно распределяются в смеси в полидисперсном состоянии, что повышает прочность бетона на 15–25%.

5. Разработан метод химической обработки техногенных отходов для их использования в качестве вторичного сырья в строительной отрасли, что позволяет снизить вредное воздействие цементной промышленности на экологию.

6. Научно обосновано, что при активировании микрокремнезёма с помощью поликарбоксилатного пластификатора в процессе получения полифункциональной добавки его аморфная структура частично переходит в кристаллическое состояние, и рекомендуется его использование в производстве цемента.

7. Установлено, что добавление 10% полифункциональной добавки МК-Ф при производстве цемента позволяет снизить расход клинкера на 10%, увеличить марку цемента на 40%, а также сократить выбросы CO_2 в окружающую среду при обжиге клинкера на 10%.

8. Разработана технология получения поликарбоксилатных пластификаторов марок ПКАН-55, ПКАН-55Д, ПКАН-55На, КПКАН-55-М и ПКМП-14, а также полифункциональной добавки МК-Ф.

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

**TASHKENT SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
TECHNOLOGY**

SOTTIKULOV ELYOR

**OBTAINING MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES BASED ON
INDUSTRIAL WASTE AND POLYCARBOXYLATES AND THEIR USE IN
PRODUCING HIGH-QUALITY CONCRETE**

**02.00.14 – Technology of organical compounds and materials on their base
11.00.05 - Environmental protection and rational use of natural resources**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR
OF SCIENCES (DSc) ON TECHNICAL SCIENCES**

Doctor of Science (DSc) dissertation topic Registered in the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.3.DSc/T819.

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

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website at www.tktiti.uz and on the website of "Ziyonet" information-educational portal www.ziyonet.uz

Scientific consultant:	Karimov Masud Doctor of Technical Sciences, Professor
Official opponents:	Yodgorov Normuxammad Doctor of chemical sciences, professor Sultonov Shavkat Doctor of chemical sciences, assistant professor Tojiyev Panji Doctor of technical sciences, assistant professor
Leading organization:	Namangan Engineering and Technology Institute

The defense of the dissertation will take place on «9» January 2025 «09:00» hours at a meeting one scientific council based on the scientific council for awarding the degree DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 at the Tashkent scientific research institute of chemical technology (Address: 111116, Tashkent district, Ibrat NCA, Shurobozor. Phone: (+99895) 144-67-83. E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

The dissertation is available at the Information Resource Center of Tashkent chemical-technology institute (registered under number № 2024/44). (Address: 111116, Tashkent district Ibrat NCA p/b Shurobozor. Phone: (99871)199-22-43, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

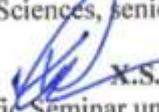
The abstract of the dissertation was distributed on «18» December 2024 ear.

Protocol at the register № 2024/44 dated «18» December 2024 ear.




A.T. Jalilov
Chairman of the Scientific Council
for the Award of Academic Degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academic


Sh.N. Kiyomov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees
Doctor of Technical Sciences, senior Researcher


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

INTRODUCTION (abstract of (DSc) dissertation)

The aim of the research is the synthesis of polycarboxylate plasticizers, the development of a technology for obtaining active mineral additives from industrial waste with their help, and their application in cement-concrete mixtures.

The object of the research includes acrylic acid, maleic anhydride, polyethylene glycol, macromonomers, initiators, 3-mercaptopropionic acid, ferrosilicomanganese waste, microsilica waste, ash-slag waste, basalt fiber, and polycarboxylate plasticizers.

The scientific novelty of the research is as follows:

a polycarboxylate plasticizer with a molecular weight of up to 10,000 Da was synthesized based on acrylic acid and APEG macromonomer, and the optimal conditions of the process were determined;

optimal conditions for reducing the amount of unreacted macromonomers during the synthesis of polycarboxylate plasticizers based on acrylic acid and NPEG macromonomer have been developed;

it was determined that the dialysis of synthesized plasticizers using a WMCO 2500 membrane significantly enhances their efficiency in plasticizing cement systems;

it was determined that basalt fibers modified with a plasticizer synthesized based on maleic anhydride exhibit high dispersibility in concrete systems and reduce water consumption in the system;

environmentally efficient technologies for obtaining and applying polyfunctional additives through the chemical processing of technogenic waste have been developed;

it has been scientifically substantiated that polyfunctional additives obtained through the modification of technogenic waste reduce clinker consumption and minimize the negative environmental impact of the cement production process.

Implementation of research results. Based on the results of scientific research on obtaining multifunctional additives from industrial waste and polycarboxylates and their application for producing high-quality concrete:

the PKAN-55 plasticizer, developed as an additive to improve the rheology of concrete mixtures, has been implemented in practice at the "NURAMEMOR" LLC plant under the joint venture "NURA-HIGH-TECHNOLOGIES" LLC. It was used for concreting high-voltage transformer areas and base components (reference No. 45 of "NURA-HIGH-TECHNOLOGIES" LLC JV dated September 13, 2024). As a result, it became possible to produce high-strength monolithic concrete without increasing the cement content;

the PKAMP-14 plasticizer was implemented at the "ROCKFIBER" joint venture for treating basalt fibers to enhance fiber dispersibility in fiber-reinforced concrete mixtures (reference No. 85 of the "GOLDFIBER PRO" joint venture dated August 28, 2024). As a result, it enabled the production of basalt fibers for use in concrete systems;

aluminosilicate microspheres derived from technogenic waste were implemented at "SEVEN SYSTEMS" LLC as a density-reducing additive for

producing heat-resistant fireproof coatings (reference No. 5/4/38-3179 from the Ministry of Emergency Situations dated October 2, 2024). As a result, it enabled the reduction of density and thermal conductivity of fireproof construction coatings;

the technology for producing multifunctional additives for cement by activating silica fume waste has been implemented in practice by the “DIASINVEST” Limited Liability Company (as per the information letter No. 02/15-3077 dated October 18, 2024, from the “Uzbekistan Construction Materials Industry Enterprises Association”). As a result, the grinding time was reduced by 12%, the water-to-cement ratio of the obtained cement decreased, and its strength increased from 321.12 kg/cm² to 453.18 kg/cm².

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total length of the dissertation is 195 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Список опубликованных работ

List of published works

I бўлим (I часть; I part)

1. Э.С.Соттикулов, Джалилов А.Т., М.У. Каримов, С.У. Соатов. Новые геополимеры//Монография. Изд-во «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. 236 с.

2. Соттикулов Э.С., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Соатов С.У., Исмоилов Ф.С.// Получение алюмосиликатных микросфер и их применение//Монография. Фан ва технологиялар нашриёт-матбаа уйи. Тошкент 2022й.

3. Sottikulov E.S., Djalilov A. T., Karimov M.U./ Polikarboksilat plastifikatori sintezi va uning sement xamiri oquvchanligiga ta'siri //NamDU ilmiy axborotnomasi №6. 2024. 122-125-b. (02.00.00., №18)

4. Sottikulov E, Jalilov A, Karimova M, Boymirzaev A /Synthesis of polycarboxylate plasticizer based on acrylic acid and apeg and its gel chromatographic analysis//Scientific and technical journal of NAM IET. 2024. issue 2. volume 9. 142-148 p. (ОАК Раёсатининг 2021 йил 31-мартдаги 295/6-сон қарори. <https://oak.uz/pages/4802>)

5. Соттикулов Э.С./ Изучение синтеза модификатора и влияние его на физико-механические свойства базальтового волокна//Қарду хабарлари. 6/1(62) 2023, с. 77-82. (ОАК Раёсатининг 2021 йил 31-мартдаги 295/6-сон қарори. <https://oak.uz/pages/4802>)

6. Соттикулов, А.Т. Джалилов, М.У. Каримов, А.А. Абдиназаров. Исследование полученных легких геополимеров с добавлением алюминиевой пудры и органических добавок // Композиционные материалы 2020. № 3, стр. 50-54; (02.00.00., №4)

7. Соттикулов Э.С., Джалилов А. Т., Каримов М.У./Изучение взаимодействия синтезированного поликарбоксилатного суперпластификатора с частицами цемента с помощью зета-потенциала//Научный вестник НамГУ №5. 2024. С 203-206. (02.00.00., №18)

8. Э.С. Соттикулов, И.И. Валижанов, А.А. Ёўлчибоев/ Влияние геополимерной химической добавки на реологические свойства цемента и исследование физико-механических свойств пенобетона// Научный вестник Кокандский ГПИ 4 (8) 2022. 186-190 с. (ОАК Раёсатининг 2021 йил 31-мартдаги 295/6-сон қарори. <https://oak.uz/pages/4802>)

9. Соттикулов, Э. С., Джалилов, А. Т., Каримов, М. У., & Усмонов, Ж.У. /Изучение влияния добавки на реологические свойства получаемой теплоизоляционной сухой строительной смеси //Universum: технические науки. – 2022. – №. 11-6 (104). – С. 12-16. (02.00.00., №1)

10. Соттикулов Э. С., Джалилов А. Т., Каримов М. У./Изучение модификации базальтовых волокон и влияние модифицированных волокон на свойства бетонных смесей //Universum: технические науки. – 2023. – №. 10-5 (115). – С. 7-12. (02.00.00., №1)

11. Соттикулов, Э. С., Джалилов, А. Т., Каримов, М. У., & Соатов, С. У. Получение алюмосиликатной микросферы и влияние концентрации

полученной микросферы на тепловое сопротивление теплоизоляционных покрытий. *Universum: технические науки*, 2021 г. (4-4 (85)), 46-49. (02.00.00., №1)

12. Соттикулов Э. С., Соатов С. У. Получение нового органо-гибридного геополимера и изучение влияния органических добавок // *Universum: технические науки*. – 2020. – №. 12-4 (81). – С. 68-71. (02.00.00., №1)

13. Соттикулов, Э. С., Шайдоева, М. М., & Соатов, С. У. (2022). Влияние алюмосиликатной микросферы на реологические свойства бетона. *Universum: технические науки*, (9-4 (102)), 21-24. (02.00.00., №1)

14. Соттикулов, Э. С., Назаров, С. И., Усмонов, Ж. У. У., & Омонов, У. Ч. (2023). Изучение синтеза комплексной добавки для бетона на основе гидролизованного полиакрилонитрила. *Universum: технические науки*, (2-4 (107)), 35-38. (02.00.00., №1)

II бўлим (II часть; II part)

15. E.S. Sottikulov., M.U. Karimov/ Study of the synthesis of polycarboxylate plasticizers used to obtain concrete products and factors affecting the synthesis processes// “Theoretical and experimental chemistry and modern problems of chemical technology” Materials of International scientific-practical conference 2023. P 525-527.

16. Э.С.Соттикулов // Изучение химического состава алюмосиликатной микросферы // “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 й 91-93-б.

17. Соттикулов Э. С. Шайдоева М. М. Назаров Н. И. Геополимер кўшимчасининг кўпикбетон физик-механик хоссаларига таъсири// Академик А.Ф.Ғаниев ва академик Н.А.Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Термиз 2022. 329-331 б.

18. Соттикулов Э.С., Джалилов А. Т, Каримов М.У. Сферический алюмосиликатный наполнитель для теплоизоляционной отделки стен//Ўзбекистон Республикаси фавқулудда вазиятлар вазирлиги академияси “Ҳаётий фаолият хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар” мавзусидаги ёш олимларнинг 2-республика илмий амалий нажумани материаллари тўплами. Тошкент ш.2020 й.13 март 43-45 бет

19. Соттикулов Э.С., Джалилов А.Т., Каримов М.У./ Получение и исследование новых органогибридных геополимеров//”Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства-основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли” Материалы республиканской научно-технической конференции. Ташкент 2020. С 384-386.

20. Соттикулов Э.С., Усмонов Ж.У., Назаров С.И./ ОМГ-1 органоминарал кўшимчаси кўшиб олинган бетнинг термик таҳлили// Академик А.Ф.Ғаниев ва академик Н.А.Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб

муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Термиз 2022. 327-329 б.

21. Соттикулов Э.С., Карабаев А.М., Махмайсоев А.Ё.// Получение нового геополимера и влияние базальтовой фибры на его механические свойства// «Инновационные технологии в строительстве» Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых. Ташкент-2020. С. 56-58.

22. Соттикулов Э.С., Соатов С.У.// Влияние концентрации полученной микросферы на тепловое сопротивление теплоизоляционных покрытий// “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 й. 93-96-б.

23. Соттикулов Э.С., И.И Валижанов// Геополимер қўшимчасини цемент қоришмасининг физик-кимёвий хоссаларига таъсирини ўрганиш// “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 й. 88-91-б.

24. Э.С. Соттикулов/Изучение полученных легких геополимеров на основе золошлаковых отходов//Problems and prospects of innovative technology and technologies in th field of environmental protection. International scientific and technical on-line conference. 2020. Part-2. p 252-253.

25. Э. С. Соттикулов, М. У. Каримов/ Влияние базальтовой фибры на механические свойства геополимерного раствора// «Наука – Автодорожному Хозяйству» Материалы I Международной научно-практической конференции аспирантов, магистрантов, студентов и учащихся колледжей. Гомел 2019. С 120-124.

26. Соттикулов Э.С. Рентгеновский анализ при активации отходов ферросиликомарганца // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. LXXVIII междунар. науч.-практ. конф. № 8(69). – Новосибирск: СибАК, 2024.

27. Соттикулов Э.С.//Активация микрокремнезема и его спектроскопическое исследование// LXIII International Scientific-Practical conference «EurasiaScience» Research and Publishing Center «Actualnots.RF», Moscow, Russia August, 15, 2024

28. Sottikulov, E. S., Jalilov, A. T., Karimov, M. U., & Soatov, S. U. (2021). Synthesis and study of the influence of the alumosilicate microsphere on the physico-chemical properties of the foaming fire-resistant coating. ISJ Theoretical & Applied Science, 09 (101), 286-291.

29. Соттикулов Э.С., Маджидов С.Р., Ботиров И.Ш. и Кадилова Х.Б. (2024). Влияние добавки малеинового сополимера Jks-1 на физико-механические свойства цементного вяжущего. Евразийский журнал инжиниринга и технологий, № 27, 37–41.

30. Соттикулов Э.С., Каримов М.У., Соатов С.У. Новый органомодифицированный геополимерный раствор для инъектирования бетона//Глобаллашув шароитида инновацион технологиялар ва олий таълимнинг долзарб муаммолари. Халқаро илмий амалий конференцияси маатериаллари. 2023. 509-510 б.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида таҳрир қилинди.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 16.12.2024.

Bichimi: 60x84^{1/16} «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog‘i 4. Adadi 100. Buyurtma: № 153

Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09

Guvohnoma reestr № 10-3279

“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.