

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АМАНОВА НОДИРА ДАВЛЯТОВНА**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН  
ОЛТИНГУГУРТ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА  
УНИ ОЛТИНГУГУРТЛИ БЕТОН ОЛИШДА ҚЎЛЛАШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

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

**Термиз- 2020**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси  
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам  
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

**Аманова Нодира Давлятовна**

Маҳаллий хомашёлар асосида модификацияланган олтингугурт олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва уни олтингугуртли бетон олишда қўллаш..... 3

**Аманова Нодира Давлятовна**

Разработка технологии получения модифицированной серы на базе местных сырьевых ресурсов и его применение в получении серобетона..... 21

**Amanova Nodira Davlyatovna**

Development of a technology for obtaining modified sulfur based on local raw materials and its application in the production of sulfur concrete..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

List of published works..... 42

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АМАНОВА НОДИРА ДАВЛЯТОВНА**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН  
ОЛТИНГУГУРТ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА  
УНИ ОЛТИНГУГУРТЛИ БЕТОН ОЛИШДА ҚЎЛЛАШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

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

**Термиз- 2020**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т1905. рақам билан рўйхатга олинган

Диссертация Термиз давлат университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (termizdu@umail.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбарлар:**

**Тураев Хайит Худайназарович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Бекназаров Хасан Сойибназарович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Расмий оппонентлар:**

**Шукуров Жамшид Султонович**  
техника фанлари доктори

**Соттикулов Элёр Сотимбоевич**  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Самарқанд давлат университети**

Диссертация ҳимояси Термиз давлат университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.03/30.12.2019.Т.78.01 рақамли Илмий кенгашнинг «14» 12 2020 йил соат 16<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Баркамол авлод кўчаси, 43 уй. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Диссертация билан Термиз давлат университетининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№23 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Баркамол авлод кўчаси, 43 уй. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz

Диссертация автореферати 2020 йил « 4 » 12 куни тарқатилди.

(2020 йил « 4 » 12 даги 7 рақамли реестр баённомаси).



**И.А.Умбаров**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доц.

**Ш.А.Касимов**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби, к.ф.ф.д.

**Ф.Б. Эшқурбонов**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, к.ф.д., доц.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда қазиб олинадиган ёқилғига бўлган эҳтиёж жадал ўсиб бормоқда, шунингдек, саноатда ёқилғи хомашёсини тозалаш жараёнида қўшимча маҳсулот сифатида ҳосил бўладиган олтингугуртнинг миқдори ҳам ортмоқда. Келажакда олтингугурт миқдори муттасил кўпайиши кутилаётганлиги сабабли, олтингугуртдан фойдали маҳсулот олиш учун қарши режа ишлаб чиқилмаса, чиқиндиларни йўқ қилиш учун катта харажат талаб этилади. Шунинг учун олтингугуртни модификациялаб, олтингугуртли боғловчилар синтез қилиш ва улар асосида янги турдаги модификацияланган олтингугуртли бетон олиш мустаҳкам, турли агрессив муҳитларга чидамли асфальт ҳамда бетон каби қурилиш материалларини олишда муҳим аҳамиятга эга.

Бугунги кунда дунёда саноати ривожланган мамлакатларда модификацияланган олтингугуртли бетонлар олиш ва улар ёрдамида қурилиш конструкцияларининг мустаҳкамлигини оширишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишларига катта эътибор қаратилмоқда. Шунга биноан, олтингугуртни самарали полимерлаш учун органик модификаторлар ишлаб чиқиш, олтингугурт ва минерал тўлдирувчилар асосида термопластик композитлар олиш, олтингугуртли бетонда ҳарорат ўзгариши натижасида содир бўладиган қаттиқ фазали ўтишлар ҳамда ҳажмий қисқаришнинг олдини олиш, модификацияланган олтингугурт асосидаги композицияларнинг ёнувчанлигини йўқотиш, тўйинмаган органик бирикмалар билан модификацияланган олтингугурт асосида мустаҳкам, кислоталар ва тузларнинг юқори концентрацияларида барқарор полимер олтингугуртли бетон олишнинг самарали усулларини ишлаб чиқишни тақоза этмоқда.

Республикамизда саноат чиқиндилари, газ ва нефтни қайта ишлаш саноати иккиламчи маҳсулотлари асосида модификацияланган олтингугуртли боғловчилар ҳамда модификацияланган олтингугуртли бетон яратиш бўйича маълум илмий ва амалий натижаларга эришилган. Мазкур йўналишда амалга оширилган дастурий чора-тадбирлар асосида муайян натижаларга, айниқса, янгича ёндашувларга асосланган, модификацияланган олтингугуртли бетон асосида композициялар яратилган. Шу боис ички бозорни импорт ўрнини босувчи маҳаллий маҳсулотлар билан таъминлаш соҳасида кенг кўламли тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлайдиган маҳсулот ва технологияларнинг тубдан янги турларини ишлаб чиқаришни ўзлаштириш»га йўналтирилган муҳим вазифалар белгилаб берилган<sup>1</sup>. Бу борада, жумладан, маҳаллий хомашё ресурслари – кўп тоннали кимёвий саноат иккиламчи маҳсулотлари ва синтез қилинган моддалар асосида модификацияланган олтингугуртли бетон олиш муҳим аҳамият касб этади.

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сон Фармони, 2018 йил 25 октябрдаги «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3983-сон, 2018 йил 17 январдаги «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3479-сон Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дунёнинг барча ривожланган мамлакатларида олтингугуртни модификациялаш ва олтингугуртли боғловчилар таъсир механизмини яратиш соҳасида илмий-тадқиқот ишларини амалга ошириш ҳамда ривожлантириш бўйича E. Worrell, L. Price, A.-M.O. Mohamed, M. El-Gamal, M. Fuhrmann, D. Melamed, B. Currell, J. Beaudoin, R.F. Feldman каби олимлар томонидан фундаментал тадқиқотлар олиб борилган.

МДХ давлатларида Д.А. Скрипунов, М.В. Рылова, А.Ю. Фомин, В.Г. Хозин, Я.Д. Самуилов, А.М. Мохнаткин, Р.Т. Порфирьева, Л. А. Яковлева, С.Л. Ларионов, С.Г. Карчевский, Р.Ф. Сабиров, А.Ф. Махоткин, Ф.А.Хамидуллин, В.И.Гайнуллин, С.О.Стойнов каби олимлар олтигугуртни модификациялаш ва улар асосида боғловчилар яратиш ҳамда уларнинг таъсир механизмларини ўрганиш бўйича самарали фундаментал тадқиқотларни олиб боришмоқда.

Республикада олтингугуртни модификациялаш муаммоларини ҳал қилишда, иккиламчи хомашёлар асосида олтингугуртли боғловчиларни синтез қилишда ҳамда янги олтингугуртли бетон системаларни яратишда Р.С.Тиллаев, Т.Д.Цыганов, Ф.К.Курбанов, А.Т.Жалилов, А. Икрамов, Д. Юсупов, З.Б.Таджиходжаев, Х.И.Акбаров, В.П.Гуро каби олимлар ўзларининг фундаментал тадқиқотлари билан катта ҳисса қўшганлар.

Бугунги кунда юқори самарали бирикмаларни синтез қилиш ва улар асосида янги кўп функционал модификациялаш тизимларини яратиш ва уларнинг таъсир механизмини аниқлаш республикада кимё саноати учун катта аҳамиятга эга.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Термиз давлат университети ва Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг КМ-20192515 «Йўл қурилишида фойдаланиш учун маҳаллий хом ашё асосида

модификацияланган олтингугуртли бетон ишлаб чиқариш» мавзусидаги инновацион лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** кротон альдегид асосида модификацияланган олтингугурт олиш, хоссаларини яхшилаш ва улар асосида олтингугуртли бетонларни ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

олтингугурт ва иккиламчи саноат маҳсулотлари асосида янги юқори самарали модификацияланган олтингугуртли боғловчиларни олиш учун мақбул шароитларини аниқлаш;

модификацияланган олтингугуртли боғловчилар асосидаги олтингугуртли бетоннинг тузилишини физик-кимёвий усуллар ёрдамида аниқлаш ва физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш;

олинган олтингугуртли бетоннинг қотиш тезлигига, сиқилишдаги ва узилишдаги дарз кетиш мустаҳкамлигига ҳарорат, муҳитнинг рН қиймати, модификацияловчи тизимлар таркиби ва концентрацияларининг таъсирини аниқлаш;

анъанавий бетон заводининг технологик ускуналарида олтингугуртли бетон аралашмаларини ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш;

тўйинмаган бирикмалар асосида олтингугуртли боғловчилардан олинган композит олтингугуртли материалларни ишлаб чиқаришнинг техник ва иқтисодий самарадорлигини асослаш.

**Тадқиқотнинг объекти** олтингугурт ва кротон альдегид асосида синтез қилинган бирикмалар ҳамда кимё саноатининг иккиламчи маҳсулотлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** турли муҳитларда ҳарорат, концентрация ва таркибга боғлиқ ҳолда кротон альдегиди билан олтингугуртни модификациялашнинг оптимал шароитларини аниқлаш, шунингдек, модификацияланган олтингугуртдан олтингугуртли бетон олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида органик синтез усуллари, ИҚ спектроскопия, сканерловчи электрон микроскопияси ва рентген фазавий таҳлил усулларидан фойдаланилган. Модификацияланган олтингугуртли бетоннинг мустаҳкамлиги физик-механик ва кимёвий усуллар ёрдамида тадқиқ қилинган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

кротон алдъегид асосида олтингугуртни модификациялаш натижасида олинган модификацияланган олтингугуртнинг юқори деформацион мустаҳкамлик, адгезион хусусиятлари ва физик-кимёвий хоссалари аниқланган;

портландцемент асосидаги бетонни алмаштириш учун ишлаб чиқилган модификацияланган олтингугуртли бетонларнинг физик-кимёвий, физик-механик хоссалари ва агрессив муҳитларга чидамлилиги аниқланган;

олтингугуртга нисбатан эримайдиган полимер қисмларнинг 10-25% масса улушида бўлиши атмосфера ва агрессив муҳитлар таъсирига чидамли ҳамда сиқилишдаги мустаҳкамлик хусусиятлари юқори бўлган

модификацияланган олтингугуртли бетоннинг эксплуатацион хоссаларининг яхшиланиши исботланган;

кимёвий ўзгаришлар орқали яхшиланган физик-механик хоссаларга эга бўлган модификацияланган олтингугурт ва олтингугуртли бетон олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

модификация қилинган олтингугуртни олишнинг мақбул шароитлари, тузилиши ва физик-механик хусусиятлари аниқланган;

олтингугуртли бетондан рақобатбардош конструкциялар ишлаб чиқариш кўрсатилган, уларни ишлатиш даврида агрессив муҳитга, совуқ об-ҳавога ва сувга чидамлилиги аниқланган;

янги турдаги олтингугуртли боғловчилар асосида атмосфера ва агрессив ташқи муҳитларга чидамли олтингугуртли бетон олиш технологияси ишлаб чиқилган;

янги турдаги модификацияланган олтингугуртли боғловчилар асосида олтингугуртли бетон олиш бўйича техник ва технологик тавсиялар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** ИҚ спектроскопия, рентген фазавий таҳлил, сканерловчи электрон микроскопия каби замонавий физик-механик ҳамда кимёвий усулларлардан фойдаланилганлиги ҳамда олинган натижаларнинг ишлаб чиқариш амалиётига мослиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кротон альдегид асосида олтингугуртли бетон ишлаб чиқаришнинг илмий асосларини яратиш, шунингдек, уларнинг тузилиши, хусусиятларини аниқлаш ва ишлаб чиқариш технологиясининг илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти кротон альдегид ва кимё саноатининг иккиламчи маҳсулотлари асосидаги янги экологик тоза, импорт ўрнини босувчи олтингугуртли бетонларни саноатда қўллаш, хизмат муддатини узайтириш, яхшиланган физик-механик хусусиятларга эга материаллар олишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Олтингугурт ва кротон альдегид асосида модификацияланган олтингугуртдан янги олтингугуртли бетон олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кротон альдегид асосида ишлаб чиқилган модификацияланган олтингугуртли бетон «Олмалик КМК» АЖ корхонасида кислота ва тузларнинг юқори концентрацияларига барқарор бетон конструкциялар олишда жорий қилинган («Олмалик КМК» АЖ нинг 2020 йил 20 ноябрдаги АА-009039-сонли маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган олтингугуртли боғловчилар олиш технологияси асосида 40% сульфат кислота ва 40% аммоний сульфат эритмаларида барқарор бўлган олтингугуртли бетон олиш имконини берган;

янги олтингугуртли боғловчилар асосида атмосфера ва агрессив ташқи муҳитларга чидамли олтингугуртли бетон олиш технологияси «Олмалик



КМК» АЖ корхонасида мустаҳкам полимер олтингугуртли бетон олишда жорий қилинган («Олмалик КМК» АЖ нинг 2020 йил 20 ноябрдаги АА-009039-сонли маълумотномаси). Натижада таркибида 26% оғирликдаги модификацияланган полимер олтингугурт бирикмалари ва кул қўшилган кум, майдаланган тош ва олтингугуртли бетон аралашмаси асосида мустаҳкамлиги 85 МПа бўлган (М700 маркасига, В55 синфига тўғри келадиган) олтингугуртли бетон конструкциялар олиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 5 та, жумладан, 4 та халқаро ва 1 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, жумладан 2 та республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертация ишининг ҳажми ва тузилиши.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 106 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

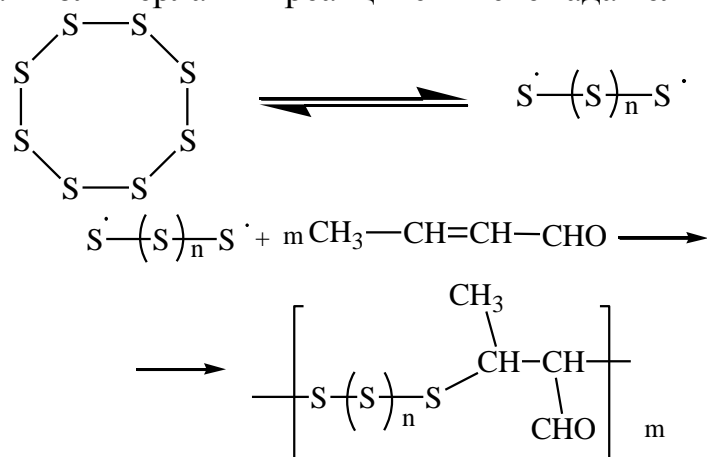
Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, мақсад ва вазифалар, тадқиқот объектлари ва предметлари берилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, унинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этиш истиқболлари бўйича хулоса қилинган ҳамда чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертация ишининг **«Олтингугуртли бетон асосидаги боғловчиларнинг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари»** деб номланган биринчи бобида тўйинмаган бирикмалар асосида олтингугуртли боғловчилар ва олтингугуртли бетонларни синтез қилиш ва ишлаб чиқариш усуллари тўғрисидаги адабиётлар таҳлили шунингдек, улар синтезининг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари берилган. Тўйинмаган бирикмалар асосида олтингугурт боғловчилари ва олтингугуртли бетон олиш усуллари, уларнинг физик-кимёвий хусусиятлари муҳокама қилинган ва ушбу тадқиқот истиқболли йўналишлардан бири эканлиги таъкидланган.

Диссертация ишининг **«Маҳаллий хом ашё асосида олтингугурт боғловчилари синтези ва уларнинг тўйинмаган бирикмалар билан модификацияси»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот учун танланган объектлар, синтез ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш усуллари асосланган. Сканерловчи электрон микроскопия ва ИҚ спектроскопия

ёрдамида синтез қилинган бирикмалар тузилишини аниқлашга ёндашиш тавсифланган. Кротон альдегиди ва Ангрен ИЭС учувчан куллари асосида олинган модификацияланган олтингугуртли бетоннинг мустақкамлиги ва термодинамик тадқиқотларига асосланган натижалар ва тадқиқот усуллари келтирилган.

Олтингугуртни шиша стаканида 185 °С гача қиздирилиб, термостатланган мойли ҳаммомда ёпишқоқ тўқ сариқ рангли суюқ олтингугурт фазаси ҳосил бўлгунча доимий аралаштириб турилди. Кейин кротон альдегид тўғридан-тўғри суюлтирилган олтингугурт фазасига қўшилди. Олинган аралашма 185-190 °С да 60-70 дақиқа давомида аралаштирилди, бу реакция муҳитининг қовушқоқлигини бироз пасайишига ва кротон альдегиднинг олтингугурт билан сомономерларига хос қора ва сариқ рангли маҳсулотларнинг ҳосил бўлишига олиб келди. Реакция тугатилгач олинган маҳсулот кимёвий стакандан ясси пичоқча ёрдамида олинди ва хона ҳароратига қадар совитилди. Кротон альдегиднинг олтингугурт билан полимерланиш реакцияси 1-схемада келтирилган.



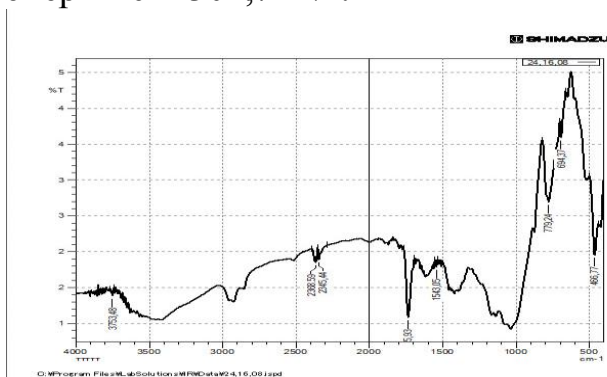
Олинган олтингугурт сополимери суюқ фаза ҳосил бўлгунча термостатланган ёғли ҳаммомда механик аралаштиргич билан жиҳозланган зангламайдиган пўлатдан ясалган реактор ичида 180-190 °С гача қиздирилди. Модификацияланган олтингугуртнинг суюлтирилган муҳитига кум, майдаланган тош ва кул қўшилди ва ҳосил бўлган аралашма шу ҳароратда қўшимча равишда иситилиб, 1:2,5 (полисульфид сополимери: кум, майдаланган тош, кул) нисбатида доимий аралаштириб бетоннинг бир хил қоришмасини ҳосил қилди. Қовушқоқ аралашмани махсус тайёрланган қолипга солиб, сўнг дарҳол 140-160 °С гача қиздирилган печга қўйиб, 30 дақиқа ушлаб турилди, хона ҳароратига қадар совитиб, қолипдан эҳтиёткорлик билан олинди.

Модификацияланган олтингугуртнинг 2850-1470 см<sup>-1</sup> диапазонидаги ИҚ спектрида -CH<sub>2</sub>- гуруҳлари борлигини тасдиқловчи ютилиш чизиқлари ва 1650 см<sup>-1</sup> ҳудудида эркин ҳолатида -C=O гуруҳ мавжудлигини тасдиқловчи ютилиш чизиқлари мавжуд. ИҚ спектрида -ОН гуруҳларига мос келадиган 3400 см<sup>-1</sup> ҳудуддаги ютилиш чизиқлари мавжуд. Барча фаол -СН-О- гуруҳларнинг деформацион тебранишлари 1400-1465 см<sup>-1</sup> оралиғидаги кучли ютилган чизиқлар шаклида намоён бўлади. 2343-2688 см<sup>-1</sup> оралиғида

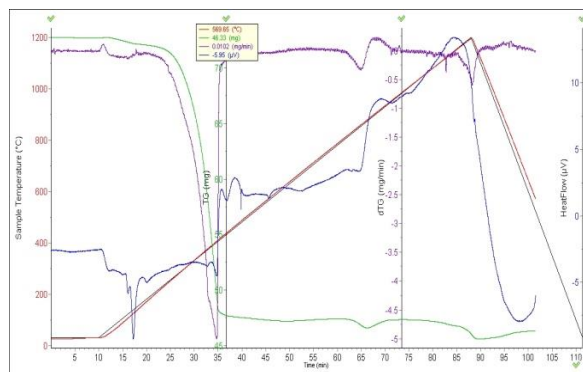
олтингургурт S=O ва S–H бўлган гуруҳларнинг мавжудлиги, кенг интенсив чўкки 1200-1100 см<sup>-1</sup>, 1040-1060 см<sup>-1</sup> худудларида олтингургурт тутган бирикмаларни тасдиқлайди.

Бундан ташқари, ИҚ-спектроскопияда 1060 см<sup>-1</sup> ва 1015 см<sup>-1</sup> худудларида олтингургурт тутган бирикманинг боғланишларини ўз ичига олган тор кичик интенсивликдаги чизиқлар пайдо бўлади. Модификацияланган олтингургуртнинг ИҚ спектрларини текширганда, кўрсаткичлари 1400-1440см<sup>-1</sup> бўлган димер ҳолатдаги интенсив –CH<sub>2</sub>-O- гуруҳлари кўринади (1-расм).

Модификацияланган олтингургуртнинг термик хусусиятлари дифференциал-термогравиметрия (ДТГ) усули ёрдамида ўрганилди. Бунда модификацияланган олтингургурт намунасининг массаси 207°C гача ўзгармайди. ДТГ эгри чизиғида битта эндотермик чўкки 100-120 °C ҳароратда (114,7 °C да) кузатилади, бу намунанинг суюқланишига тўғри келади (2-расм). Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, ҳарорат 307 °C дан юқори бўлганда, икки босқичда парчалана бошлайди - 365 °C гача 6%/мин тезликда, 500 °C дан юқорида эса 2,5%/мин тезликда, умумий масса йўқотиш 84% ни ташкил қилади. Парчаланиш реакцияси эндотермик, умумий парчаланиш энергияси -304,7 Ж/г.



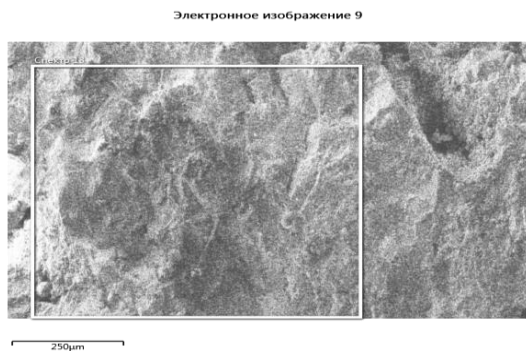
**1-расм. Модификацияланган олтингургуртнинг ИҚ спектри.**



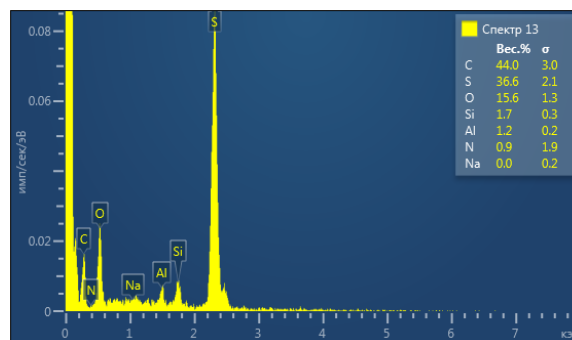
**2-расм. Модификацияланган олтингургуртнинг ТГА таҳлили.**

Модификацияланган олтингургуртли бетон намунасининг микроструктураси сканерловчи электрон микроскоп ёрдамида ўрганилди. Микроструктурани ўрганиш учун олтингургуртли бетон намуналарини тайёрлаш, ишлаб чиқилган усул бўйича амалга оширилди. Қалинлиги -5 нм бўлган олтин қатлами модификацияланган олтингургуртли бетон юзасига вакуум қурилмасида ионли қоплаш йўли билан қўлланилди. Олтин билан қопланган намуналар иккиламчи электрон режимида QUORUM Q150 RS сканерловчи электрон микроскопида текширилди. Микроструктуравий тадқиқотлар натижалари 3-расмда келтирилган.

3-расмдан кўриниб турибдики, 100 г олтингургуртга 5 г кротон альдегид қўшилса, тарқалган фазанинг заррача катталиги - 0,1 дан 0,5 мкм гача сезиларли даражада ошади, шунга ўхшаш 100 г олтингургуртга 3 г кротон альдегид қўшилганда ҳеч қандай таъсир кўрсатилмади. Агар пластификацияланган полимер олтингургуртга кротон альдегид қўшилса, у ҳолда модификация қилувчи қўшимча таркибининг кўпайиши билан дисперс фаза ҳажми ҳам сезиларли даражада кўпаяди.



**3-расм. Олтингугуртли бетон микрофотографияси.**



**4-расм. Олтингугуртли бетоннинг элемент таҳлили натижалари**

4-расмда олтингугуртли бетон таркибидаги углерод, кислород, олтингугурт, кремний, азот, натрий ва алюминийнинг улуши кўрсатилган.

Диссертация ишининг «Маҳаллий хом ашё асосида модификацияланган олтингугуртли бетон олиш жараёнини ўрганиш ва физик-механик хусусиятларини тадқиқ қилиш» деб номланган учинчи бобида синтез қилинган олтингугуртли бетоннинг чидамлилиги, термогравиметрик ва рентген фазавий таҳлилларини ўрганиш натижалари муҳокама қилинди.

Ишда Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтида (ТКТИТИ) ишлаб чиқарилган янги модификацияланган полимер олтингугуртли бетоннинг (МОБ) ривожланиши ва хусусиятлари тасвирланган. Қимматбаҳо органик модификатор ўрнида, олтингугурт модификатори сифатида саноат иккиламчи маҳсулоти (60-65% кротон альдегид, қолган қисми эса бошқа альдегидлар) ишлатилди. Ушбу модификатор билан бир қаторда реакцион сирт майдонини таъминлаш учун МОБда физик тўлдирувчи моддалар сифатида бошқа чиқиндилар, учувчан кул (масалан, Ангрен ИЭС нинг учувчан кули) ва қум ишлатилади. Янги МОБ учун асосий таркибий қисмларнинг аксарияти саноат маҳсулоти (яъни олтингугурт, кул ва кротон альдегиди) бўлганлиги сабабли, ушбу арзон ечим МОБ-дан фойдаланишни кенгайтириш ва қурилиш соҳасида атроф-муҳитга таъсирини сезиларли даражада камайтириш кутилмоқда. Ушбу тадқиқот янги МОБ материалининг тавсифига қаратилган. Материалнинг қурилишга яроқлилигини баҳолаш учун механик ва термик синовлар, микроскопик таҳлиллар ўтказилди.

МОБ ишлаб чиқарилишда тўлдирувчи моддаларни (Ангрен ИЭСнинг учувчан кули ва майда донали кварц агрегати) кротон фракцияси билан олдиндан қайта ишлашни, сўнгра полимерланган олтингугурт эритмасини ҳосил қилиш учун элементар олтингугурт билан ишлов беришни ўз ичига олади. Қуйидаги аралаштириш нисбати танланди: 54% оғирликдаги қум, 18% оғирликдаги кул, 26% оғирликдаги олтингугурт ва 2% органик модификатор (1-жадвал). Тадқиқотда учувчан кул одатдаги цемент бетонида унинг яхши боғланиш реакцияси учун ишлатилади, бу эса маҳсулотнинг МОБдаги углерод изини камайтиради (қум билан бирга) полимерланиш учун потенциал реакция жойларини таъминлаш ва композицион материалда тўлдирувчи компонент сифатида ишлатилади. МОБга учувчан кул қўшилиши сферик

шакли ва мос ўлчамдаги тўлдирувчи моддаси туфайли аралашманинг мустаҳкамлиги ва активлигини оширишда фойдаланилади. Олдиндан ишлов бериш босқичида тўлдирувчи моддалари ва органик модификатор аралаштирилиб, 12 соат давомида 170-180 °С ҳароратгача қиздирилди.

Материаллар элементар олтингугурт билан бирлаштирилиб, зарралар ҳажмини камайтириш учун ячейка ўлчами 1 мм бўлган аралаштирувчи тегирмон орқали ишлов берилди. Кейин аралашма қиздирилди ва эритилган ҳолатда 140-160 °С ҳароратда 4-6 соат давомида аралаштирилди ва совутиш учун қолипларга қуйилди. Аралашма намуналарининг ўртача зичлиги 2274 ( $\pm 41$ ) кг/м<sup>3</sup> ни ташкил этди.

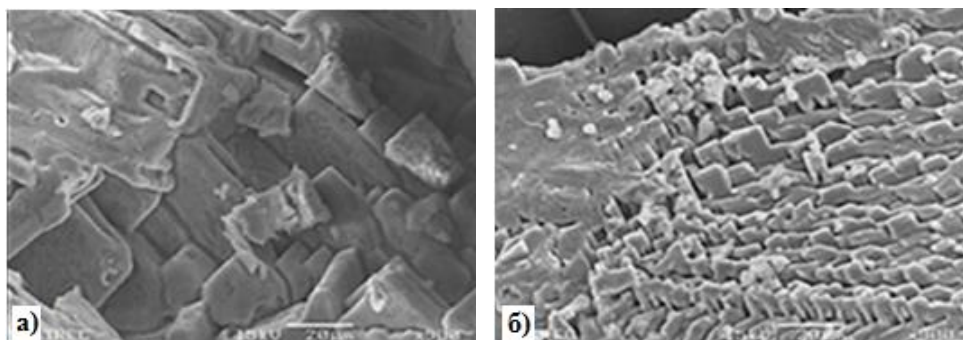
1-жадвал

Полимер олтингугуртли бетон учун таркиб

Қўшимча	Олтингугурт	Қум	Учувчан кул	Органик модификатор	Жами
мас.%	26	54	18	2	100

Модификацияланган олтингугуртни олиш натижалари ҳақида шуни таъкидлаш керакки, олтингугурт реакцияси қўшилган кротон альдегид микдорига боғлиқ. Олтингугуртга кротон альдегид қўшилса, элементар олтингугуртнинг тузилиши ўзгаради. Кротон альдегидсиз олтингугуртнинг тузилишига караганда модификацияланган олтингугурт зичроқ ва мустаҳкамроқдир. Иккиламчи маҳсулот асосида олинган модификацияланган олтингугуртнинг хоссалари кимёвий таркиби туфайли тоза олтингугуртнинг хоссаларига ўхшашдир.

СЭМ кучланишини таҳлил қилиш ҳолати 15 кВ ташкил этади. 5-расмда элементар ва модификацияланган олтингугуртнинг микротузилиши кўрсатилган.



5-расм. Элементар олтингугурт (а) нинг модификацияланган элементар олтингугурт (б) билан таққосланиш микроструктураси.

Олтингугуртли бетон ишлаб чиқаришда олтингугуртнинг тўлдирувчиларга нисбатан турли микдорлари олинганда, шуни кўриш мумкинки, олтингугуртнинг модификацияланган олтингугуртга нисбати олтингугуртли бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлик кучига таъсир қилади. Модификацияланган олтингугурт агрегатлар бошқа агрегатларни жуда самарали боғлайди ва мустаҳкамлайди. Модификацияланган олтингугурт аралашмасидаги кротон альдегиднинг улуши сиқилишдаги мустаҳкамлик

кучига таъсир қилади. Кротон альдегид миқдори ошганда сиқилишга мустаҳкамлик ҳам ошади. Бошқа томондан, кулни қўшиш бетоннинг зичлашувчанлигини ошириши мумкин.

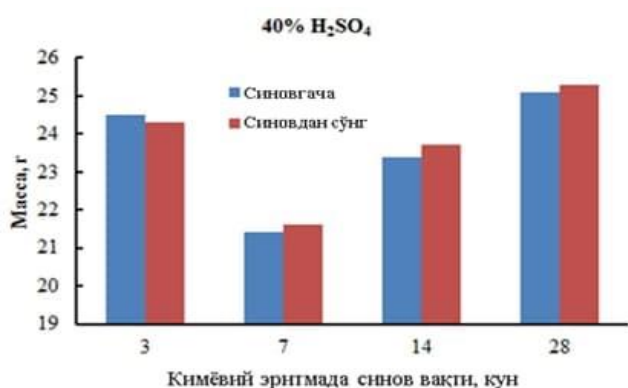
Модификацияланган олтингуруттли бетоннинг (МОБ) портландцементга нисбатан асосий афзалликларидан бири бу кислотали ва шўрланган муҳитда, айниқса анъанавий цементларнинг ишлаш муддати қисқа бўлган саноат корхоналари шароитига унинг чидамлилигидир. МОБ саноат корхоналаридан ташқари музлаш ва эритиш даврларида, озик-овқат маҳсулотларини қайта ишлаш корхоналарида, канализация қувурлари, дренаж каналлари ва денгиз иншоотларини ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Барқарорлик нуқтаи назаридан МОБ экологик тоза материал деб қаралиши мумкин, чунки у бир нечта курилиш дастурларида портландцементининг ўрнини босиши мумкин.

МОБ куйилишдан бир неча соат ўтгач, унинг сиқилишдаги мустаҳкамлик кучи тахминан 80% ни ва одатда 24 соатдан кейин 80 дан 95% гача ортади. Ушбу ишда 3, 7, 14 ва 28 кун давомида қотирилган иккита бир хил намуналар бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Барча намуналар бўйича ўртача сиқилишга мустаҳкамлик кучининг ўзгариши 2-жадвалда келтирилган. 2-жадвалдан кўриниб турибдики, 3 кун ичида олинган ўртача сиқилишга мустаҳкамлик кучи 28 кун ичида 32 МПа ва 42 МПа ни ташкил этган. Натижалар 28 кунга нисбатан 80,5% деб ҳисобланган сиқилишга мустаҳкамлик кучи фоизига мос келади.

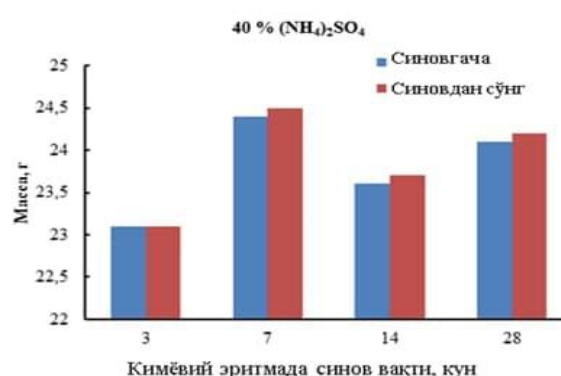
2-жадвал

МОБ намуналарининг сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичлари

№	Вақт, кун	Ўртача сиқилишга мустаҳкамлик, МПа	Стандарт хатолик, МПа
1	3	32,15	0,16
2	7	37,62	0,67
3	14	39,43	2,23
4	28	42,13	0,98



6-расм. 40% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> га ботирилгандан кейинги масса ўзгариши



7-расм. 40% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> га ботирилгандан кейинги масса ўзгариши

МОБ намуналарининг чидамлилиги синовлари 3, 7, 14 ва 28 кундан кейин намунанинг массасини ўлчаш ва уни бошланғич қиймати билан

солиштириш (эритмага солишдан олдин) орқали амалга оширилди; натижалар 6, 7-расмларда ва 2-жадвалда келтирилган. Масса йўқотилиши сульфат кислотаси ва аммоний сульфатнинг 40% эритмасига ботирилган 10x10x10 мм ўлчамдаги квадратик МОБ намуналари учун ҳисоблаб чиқилган. Эритмага солиш натижасида пайдо бўлган масса ўзгаришлари сезиларсиз бўлиб, кислотали ва тузли муҳит таъсир қилгандан кейин олинган намуналар ёмонлашмаганлигини кўрсатди.

МОБ хусусиятларининг ёмонлашувининг натижалари турли хил эритмаларга ботириб қўйиш вақтидаги сиқилишга мустаҳкамлик кучи ва оддий сувга ботирилган назорат намуналарининг сиқилишга мустаҳкамлик кучини солиштириш орқали баҳоланди. Масса ва сиқилишга мустаҳкамлик кучининг йўқолиши ҳисоблаб чиқилган, олинган натижалар 3-жадвалда келтирилган. Сиқилишга мустаҳкамликка синаш натижалари агрессив муҳитга ботириш вақтига боғлиқ бўлиб ва назорат намуналари МОБ нинг юқори кимёвий қаршилигини кўрсатади, ботириш вақтининг кўпайиши билан бошқа намуналарнинг натижаларига ўхшаш натижа кўрсатади. Эритмага ботирилгандан сўнг ўртача оғирликлар ҳар иккала ҳолатда ҳам бир оз юқорироқ бўлди, аммо кутилган қийматлар чегарасида қолди. Бундан ташқари, намуналар синов пайтида ўта оғир шароитларга дуч келганидан кейин ҳеч қандай ёриқлар ва шикастланишлар кузатилмади. 3-жадвалда кўрсатилгандек сиқилишга мустаҳкамлик кучи ўртача қийматлар 40%  $H_2SO_4$  эритмасида 0,12-0,22% га ва 40% да  $(NH_4)_2SO_4$  0,02-0,7% га камайган.

### 3-жадвал

**Намуналарни кимёвий эритмаларга ботиришда чидамлилиқ синовларининг натижалари: массани йўқотиш ва ботирилгандан кейинги сиқилишга мустаҳкамлик кучини йўқотилиши**

Вақт, кун	Эритмалар	Ботиришдан аввалги масса, (г)	Ботиришдан кейинги масса, (г)	Масса йўқотилиши, %	Ботиришдан аввалги сиқилишга мустаҳкамлиги (МПа)	Ботиришдан кейинги сиқилишга мустаҳкамлиги (МПа)	Сиқилишдаги мустаҳкамликни йўқотиши (%)
3	40 %-ли $H_2SO_4$	23,6	24,2	-0,6	33,25	34,13	-0,88
7		20,4	21,5	-1,1	37,62	37,68	-0,06
14		22,5	23,6	-1,1	39,43	39,38	0,05
28		24,2	25,2	-1	41,36	41,27	0,09
3	40 %-ли $(NH_4)_2SO_4$	22,1	23,3	-1,2	34,53	34,59	-0,06
7		23,5	24,4	-0,9	36,84	37,11	-0,27
14		22,7	23,6	-0,9	40,37	40,36	0,01
28		23,3	24,1	-0,8	41,05	41,15	-0,1

Шундай қилиб, олинган натижалар шуни кўрсатадики, экспериментал равишда олинган маълумотлардан фойдаланган ҳолда, керакли сиқилиш мустаҳкамлик кучига қараб ҳар хил конструктив қурилиш материаллари ва МОБ аралашмаларини ишлаб чиқариш ва харажатларни минималлаштириш мумкин.

Ўлчамлари 19 мм, 13 мм ва 25 мм бўлган дағал катталиқдаги тўлдирувчилар билан максимал тўлдирилган намуналар учун ўртача сиқилишга мустаҳкамлик кучи мос равишда 69, 52 ва 49 МПа ни ташкил қилди (4-жадвал). МОБ ўрнини босувчи учувчан кулнинг улуши 5, 12 ва 15% гача оширилганда, олтингугуртли бетоннинг сиқилишга мустаҳкамлик кучи мос равишда 74, 84 ва 73 МПа ни ташкил этди. Шундай қилиб, 19 мм ҳажмдаги йирик тўлдирувчи агрегати ва 15 фоизли кул (оғирлиги бўйича) бўлган намуна, қайта ишлаш қобилиятини сақлаб, энг яхши механик хусусиятларни кўрсатди.

#### 4-жадвал

#### Сиқилишга бўлган мустаҳкамлик ва дарз кетиш чегаралари

Намуналар	Зичлик (кг/м <sup>3</sup> )	Сиқилишга мустаҳкамлик, МПа	Сиқилишга мустаҳкамликдаги дарз кетиш (МПа)
№ 1	2417	49	-
№ 2	2389	52	-
№ 3	2374	69	-
№ 4	2365	74	5.2
№ 5	2383	84	6.3
№ 6	2348	81	4.4
№ 7	2392	73	4.6

Дағал ўлчамли тўлдирувчиларнинг сиқилишга мустаҳкамлик кучига таъсирини тасдиқлаш учун 1, 2 ва 4-намуналар бир-бири билан таққосланди. Максимал катталиги 19 мм бўлган йирик ўлчамли тўлдирувчилар билан аралаштирилган 4-намуна қолган учта намуналар орасида энг яхши сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичларини кўрсатди (1, 2 ва 4 намуналар). 1-намуна кучининг пасайиши сабаби, йирик ўлчамли тўлдирувчилар катта ҳажми ёмон ишлов берилишини келтириб чиқаради. 2- намунанинг сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичининг пастлигининг сабаби дағал агрегатнинг нотўғри гранулометриқ тақсимланиши бўлиши мумкин.

Олтингугуртли бетоннинг қотиш эффеќтини топиш учун 3 ва 4-намуналарнинг сиқилишга мустаҳкамлик кучлари таққосланди. Натижада, намуналар орасидаги сиқилишга мустаҳкамлик кучининг фарқи 3-намунада 30 кун давомида ва 4- намуна 3 кун давомида ўрганилди. Иккала намуна орасидаги 7 МПа сиқилиш кучидаги бир оз фарқ намуна мустаҳкамлик кучи оғишининг натижаси бўлиши мумкин. Бу шуни англатадики, олтингугуртли бетон ўзининг энг юқори мустаҳкамлигига дастлабки босқичда эришади ва портландцемент асосидаги бетон каби узок ваќт қотишини талаб қилмайди.

Учувчан кулнинг МОБ га тўғри нисбатини аниқлаш учун 4, 5 ва 7 намуналарининг мустаҳкамлик кучлари ўлчанди ва бир-бири билан таққосланди. 15% МОБ ва 12% учувчан кул билан аралаштирилган 5- намуна барча намуналар ичида энг юқори сиқилишга ва чўзилишга мустаҳкамлик кучини намоён қилди. Синов натижалари шуни кўрсатадики, МОБ миқдори камайиши билан учувчан кул улушининг кўпайиши олтингугурт бетонининг мустаҳкамлигини яхшилашга ёрдам беради. Ушбу натижалар, учувчан кулнинг кўпайиши туфайли заррача катталиги тақсимотининг яхшиланиши



билан боғлиқ эканлиги билан тушунтирилади. Аммо МОБ миқдори 12% гача камайтирилганда сиқилишга мустаҳкамлик кучи пасайиб кетди, чунки пластик ҳолатдаги МОБ миқдори заррачаларнинг бир-бирига нисбатан қулай жойлашишига таъсир қилади.

6-намуна, қайта ишланган агрегатнинг олтингугуртли бетонга татбиқ этилишини текшириш учун максимал ҳажми 25 мм бўлган қайта ишланган дағал агрегатлар ёрдамида тайёрланган. 6-намунасининг чўзилишга мустаҳкамлик чегараси 5 намунага нисбатан тахминан 30 фоизга камайди, аммо иккала намуна ўртасида сиқилишга мустаҳкамлик кучида деярли фарк йўқ.

Диссертация ишининг «**Олинган модификацияланган олтингугуртли бетонни амалда қўллаш**» деб номланган тўртинчи бобда техник-иқтисодий ҳисоб-китобларнинг натижалари ва олтингугуртли бетонни олиш технологияси муҳокама қилинган.

**Олтингугуртли бетонни олишнинг технологик схемаси.** Модификацияланган олтингугурт асосидаги олтингугуртли бетон, биринчи навбатда тўйинмаган бирикмаларга асосланиб, ноёб хусусиятлар тўпламига эканлиги - совуққа чидамлилиги, об-ҳавога чидамлилиги ва кенг ҳарорат оралиғида узок муддатли ишлаш имконияти туфайли йўл ва қурилиш соҳасида кенг қўлланилмоқда.

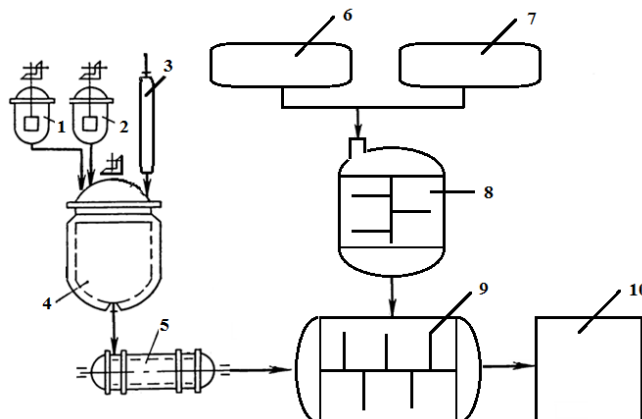
Республикамизда илмий-техник салоҳият керакли даражада юқори бўлиб, олтингугуртли бетон ишлаб чиқариш йўқлигини инобатга олган ҳолда, бетонга талаб катта эканлигини, шунингдек, олтингугуртли бетон ишлаб чиқаришни Ўзбекистонда биринчи марта ташкил қилиш бошлаганлиги, мамлакатдаги бутун саноатнинг сезиларли ривожланишига олиб келади. Махсус мақсадлар учун олтингугуртли бетоннинг айрим турларини ишлаб чиқариш бўйича таклиф этилаётган технология ўзининг соддалиги, анъанавий автоклав-реакторларда жараёни амалга ошириш қулайлиги ва маҳаллий хом ашёнинг мавжудлиги билан ажралиб туради. Таклиф этилаётган технологияни анъанавий реакторларда аралаштириш, шакллантириш ва қурилишни бажариш орқали осон амалга ошириш мумкин.

ТКТИТИда мамлакатимизда ишлаб чиқарилган хом ашёдан олтингугуртли бетон олиш жараёни бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Модификацияланган олтингугуртни ишлаб чиқариш кротон альдегиднинг олтингугурт билан ўзаро таъсири натижасида амалга оширилди. Олтингугуртнинг кротон альдегид билан реакцияси натижасида полимерланган олтингугурт ҳосил бўлади ва бу олтингугурт оддий модификацияланмаган олтингугуртдан агрессив муҳитга чидамлилиги, шунингдек  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  дан  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача бўлган паст ва юқори ҳароратга чидамлилиги ва юқори электр изоляцион хусусиятлари билан ажралиб туради.

Олтингугуртли бетон йўл, қурилиш саноати, ва бошқа қурилиш соҳаларда ишлатилади. Илк бор Ўзбекистонда олтингугуртли бетонни синтез қилишнинг юқори самарали ва экологик тоза усули ишлаб чиқилди. Биз томондан янги модификацияланган полимер олтингугурт синтез қилинди,

уларга турли хил омиллар: эритувчилар, ҳарорат таъсирини ўрганиб чиқилди, зичлиги аниқланди ва термик таҳлили ўтказилди.

### Технологик схема



1,2,6,7-сиғим, 3-совутгич, 4-реактор, 5-майдалагич,  
8,9-аралаштиргич, 10-қолип.

### 8-расм. Олтингургуртли бетон олиш технологик схемаси

Олтингургуртли бетонлар энг қулай ва арзон материаллар бўлиб, улар бир қатор физикавий ва механик кўрсаткичлар бўйича портлендцементидан ортда қолмайди. Шунинг учун олинган олтингургуртли бетондан ҳар хил қурилиш конструкцияларда фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Модификацияланган олтингургуртли бетонни олишнинг технологик схемаси 8-расмда келтирилган. 4-реакторга (аралаштиргич, иситгич ва қайтарма совитгичли вертикал цилиндрсимон аппаратлар) 1- ва 2-ўлчов идишидан олтингургурт ва кротональдегид юкланади. Реактордаги моддалар 170-180 °С гача қиздирилади ва 6 соат давомида аралаштирилади. Кейин реакция массаси 20-25 °С гача совитилиб, 5-идишга ўтказилади. 5-идишдан у 9-аралаштиргичга ўтказилади. Шу билан бирга 6- ва 7-идишдан ўлчанган миқдордаги қум ва кул 8-аралаштиргичга юкланади. 8-аралаштиргичда қум ва кул 140 °С гача қиздирилади. Кейин у ҳам 9-аралаштиргичга ўтказилади. Бутун масса аралаштиргичда аралаштирилади ва 10 қолипга қуйилади.

Олтингургуртли бетон юқори иссиқлик ва овозни изоляциялаш хусусиятларига эга, чўзилишга мустаҳкамлик кучи, оксидловчилар таъсирида эскиришга, агрессив муҳитга ва эритувчиларга чидамлилиги юқори.

Бир хил таркибда ва бир хил миқдордаги минерал қисм билан олтингургурт бетонининг намуналари стандарт цемент бетонидан тайёрланган намуналардан 2-3 барабар юқори ва кучли эканлигини намоён қилади ҳамда чет эл аналогларидан қолишмайди (5-жадвал).

Шунингдек, “СУРХОН КОМБИНАТ” МЧЖ негизида олтингургуртли бетондан тайёрланган кичик ўлчамдаги маҳсулотларнинг прототиплари – оғир типдаги маҳсулотлар ва қудуқлар учун қопқоқлар ишлаб чиқарилган. Маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун таркибида таркибида 26% оғирликдаги модификацияланган олтингургурт полимер бирикмалари ва кул қўшилган қум, майдаланган тош ва олтингургуртли бетон аралашмаси ишлатилган.

Олтингугуртли бетоннинг мустаҳкамлиги қарийб 85 МПа (М700 маркасига, В55 синфига тўғри келади). Намуналар очик жойга жойлаштирилди, у ерда улар 24 ой давомида табиий муҳит шароитида бўлди. Намуналарда бузилиш аломатлари кузатилмади (9-расм).

### 5-жадвал

#### Олинган олтингугуртли бетоннинг сиқилишга мустаҳкамлик кўрсаткичининг хорижий аналоглари билан солиштириш

Кўрсаткичлар номи	Олинган намуна	Серобетон «Газпром» (Россия)	Марбет, Польша	Канада, Соминсо	АҚШ
Ўртач зичлик, кг/м <sup>3</sup>	2100-2200	2600-2700	220-2400	2400	2400-2500
Сиқилишга мустаҳкамлик, МПа	55-85	55-70	73-86	40-65	48-62



9-расм. Олтингугуртли бетондан тайёрланган кичик ўлчамдаги маҳсулотлар.

Таклиф қилинаётган янги модификацияланган олтингугуртли бетонни 1 м<sup>3</sup> ишлаб чиқариш қиймати 148 180 сўмни ташкил этади, бу Россиянинг «Газпром» компанияси томонидан олтингугуртли бетон ишлаб чиқариш нархига (1 м<sup>3</sup> - 200 690 сўм) нисбатан йилига 5000 м<sup>3</sup> ишлаб чиқарилганда, олтингугуртли бетон ишлаб чиқаришнинг йиллик иқтисодий самараси 280 550 000 сўмни ташкил этди.

### ХУЛОСАЛАР

1. Кротон альдегид ёрдамида олтингугуртни модификациялаш натижасида юқори деформацион мустаҳкамлик ва адгезион хусусиятга эга бўлган модификацияланган олтингугурт олиш усули таклиф этилди. Олинган модификацияланган олтингугуртнинг юқори термик ва релаксацион хусусиятга эга бўлиши вулқонланиш тўртини ҳосил қилиши билан изоҳланади.

2. Кротон альдегид биринчи марта олтингугурт учун модификатор сифатида қўлланилди ва сополимерланиш реакциясининг мақбул шароитлари аниқланди. Олинган композициялар сақлаш жараёнида барқарор эканлиги аниқланди ва олтингугуртли бетон олиш кўрсатиб берилди.

3. Олтингугурт асосидаги композициялар таркибига иссиқлик электр станциялари кулини киритиш натижасида олинган композициялар деструкциясининг сезиларли камайиши ва уларнинг барқарорланиши аниқланди. Тадқиқот натижалари тажриба ва завод қурилмаларида синаб кўрилди ва боғловчилар асосидаги модификацияланган олтингугуртдан олтингугуртли бетон олиш тавсия қилинди.

4. Кимёвий ўзгаришлар орқали модификацияланган олтингугурт олиш ва яхшиланган физик-механик хоссаларга эга бўлган олтингугуртли бетон олиш технологияси ишлаб чиқилди. Атмосфера ва агрессив муҳитлар таъсирига чидамли, сиқилишда юқори мустаҳкамлик хусусиятларига эга бўлган модификацияланган олтингугуртли бетон олиш учун эримайдиган полимер қисмлар масса улуши олтингугуртнинг миқдорига нисбатан 10-25% бўлиши аниқланди.

5. Ишлаб чиқилган маҳаллий хом-ашёлардан модификацияланган олтингугуртли бетон олиш технологияси «Олмалик КМК» АЖ корхонасида кислота ва тузларнинг юқори концентрацияларига барқарор, мустаҳкам полимер олтингугуртли бетон конструкциялар олиш учун амалиётга жорий қилинди. Олинган олтингугуртли бетон мустаҳкамлик хусусиятлари бўйича боғловчилар асосида анъанавий бетонлардан устун бўлиб, олтингугуртли бетон конструкциялар олиш учун тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.78.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ  
ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**АМАНОВА НОДИРА ДАВЛЯТОВНА**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕРЫ НА БАЗЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ  
РЕСУРСОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПОЛУЧЕНИИ СЕРОБЕТОНА**

**02.00.13–Технология неорганических веществ и материалы на их основе  
02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе**

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

**Ташкент – 2020**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2020.4.PhD/T1905.**

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.tersu.uz](http://www.tersu.uz) и информационно-образовательном портале ZIYONET по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Научный руководители:**

**Тураев Хайит Худайназарович**  
доктор химических наук, профессор

**Бекназаров Хасан Сойибназарович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:**

**Шукуров Жамшид Султанович**  
доктор технических наук

**Соттикулов Элер Сотимбоевич**  
доктор философии PhD

**Ведущая организация:**

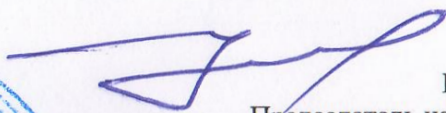
**Самаркандский государственный университет**

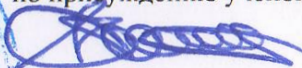
Защита диссертации состоится «14» 12 2020 г. в «16<sup>00</sup>» часов на заседании Ученого совета на основе Ученого совета PhD.03/30.12.2019.T.78.01 при Термезском государственном университете по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz.

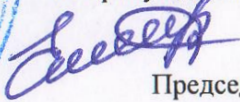
Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термезского государственного университета за №23, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Автореферат диссертации разослан «4» 12 2020 года.  
(протокол рассылки № 7 от «4» 12 2020 г.).



  
**И.А. Умбаров**  
Председатель научного совета  
по присуждению ученой степени, д.т.н., доц.

  
**Ш.А. Касимов**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученой степени, д.ф.х.н.

  
**Ф.Б. Эшкурбанов**  
Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
ученой степени, д.х.н., доц.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире быстро растет потребление ископаемого топлива, как и количество серы, которая образуется в качестве побочного продукта процесса промышленной очистки топливного сырья. Поскольку ожидается, что в будущем содержание серы будет постоянно увеличиваться, при отсутствии встречного плана потребуются огромные затраты на удаление отходов. Поэтому, модифицируя серу, важно синтезировать серосодержащие связующие и получить на их основе новые типы модифицированного серобетона для получения прочных строительных материалов, таких как асфальт и бетон, устойчивых к различным агрессивным средам.

На сегодняшний день в промышленно развитых странах мира большое внимание уделяется исследованиям, направленным на получение модифицированного серобетона и его использование для повышения прочности строительных конструкций. Поэтому разработка органических модификаторов для эффективной полимеризации серы, получения термопластичных композитов на основе серы и минеральных наполнителей, предотвращения твердофазных переходов и уменьшения объема из-за температурных изменений в серобетоне, устранение горючести композиций на основе модифицированной серы, требуется разработка эффективных методов получения прочного полимерного серобетона стабильного при высоких концентрациях кислот и солей на основе модифицированной серы непредельными органическими соединениями.

В республике достигнуты определенные научные и практические результаты по созданию серных вяжущих и серных бетонов на основе модифицированной серы и серных отходов газо- и нефтеперерабатывающей промышленности. На основе проведенных нормативных мероприятий в данном направлении достигнуты определённые результаты, особенно, по разработке научных основ получения полифункциональных композиций, осуществлены широкомасштабные мероприятия в области обеспечения местного рынка импортозамещенными продуктами. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены важные задачи, направленные на «освоение выпуска принципиально новых видов продукции и технологий, обеспечение на этой основе конкурентоспособных отечественных товаров на внешних и внутренних рынках»<sup>2</sup>. При этом важно получение модифицированного серобетона на основе местных сырьевых ресурсов - побочных продуктов многотоннажной химической промышленности и на основе синтезированных веществ.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан УП №4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Президента Республики Узбекистан ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья» и ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики VII «Химическая технология и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** Во всех промышленно развитых странах мира проводятся систематические исследования по модификации серы и механизму действия серных вяжущих. Особое внимание уделено созданию высокоэффективных серных бетонов и их производству. Зарубежными учеными E. Worrell, L. Price, A.-M.O. Mohamed, M. El-Gamal, M. Fuhrmann, D. Melamed, B. Currell, J. Beaudoin, R.F. Feldman проведены ряд фундаментальных исследований в данном направлении.

Учеными стран СНГ, такими как, Д.А. Скрипунов, М.В. Рылова, А.Ю. Фомин, В.Г. Хозин, Я.Д. Самуилов, А.М. Мохнаткин, Р.Т. Порфирьева, Л. А. Яковлева, С.Л. Ларионов, С.Г. Карчевский, Р.Ф. Сабиров, А.Ф. Махоткин, Ф.А.Хамидуллин, В.И.Гайнуллин, С.О.Стоянов проводились фундаментальные исследования, посвященные модификации серы и серных вяжущих, механизму их модификации и установлению физико-химических закономерностей. Большой вклад своими научными исследованиями в решение проблем модификации серы, синтеза химических соединений, которые могут быть использованы в качестве серных вяжущих на основе местного сырья и вторичных промышленных продуктов внесли ученые и нашей республики, такие как, Тиллаев Р.С., Цыганов Т.Д., Курбанов Ф.К., Джалилов А.Т., Икрамов А., Юсупов Д., Таджиходжаев З.Б., Акбаров Х.И., Гуро В.П. и другие.

На сегодняшний день синтез высокоэффективных соединений и разработка на их основе новых полифункциональных модифицирующих систем и выявление механизма их действия имеет важное значение для химической промышленности республики.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего учебного заведения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Термезского государственного университета и Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии в рамках государственного инновационного гранта КМ-20192515 «Производство модифицированного серобетона на основе местного сырья для использования в дорожном строительстве».

**Целью исследования** является получения модифицированной серы на основе кротонового альдегида, улучшение ее свойств и разработка технологии производства серных бетонов на их основе.



### **Задачи исследования:**

определение оптимальных условий получение новых высокоэффективных модифицированных серных вяжущих на основе серы и вторичных промышленных продуктов;

определение строения серных бетонов на основе модифицированных серных вяжущих с помощью физико-химических методов и исследование физико-механических свойств;

определение влияния температуры, рН среды, состава и концентрации модифицирующих систем на скорость отверждения, прочности на сжатие и на разрыв при раскалывании полученного серобетона;

разработка технологии производства серобетонных смесей на технологическом оборудовании традиционного бетонного завода;

обоснование технико-экономической эффективности производства композитных серных материалов полученных из серных вяжущих на основе непердельных соединений.

**Объектами исследования** являются соединения, синтезированные на основе серы и кротонового альдегида, а также побочные продукты химической промышленности.

**Предметом исследования** является определение оптимальных условий модификации серы кротоновым альдегидом в различных средах в зависимости от температуры, концентрации и состава, а также разработка технологии производства серобетона из модифицированной серы.

**Методы исследования.** В процессе исследований использовались методы органического синтеза, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа. Прочность модифицированного серобетона изучалась физико-механическими и химическими методами.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определены высокие деформационно-прочностные и адгезионные и физико-химические свойства модифицированной серы, полученной на основе кротонового альдегида;

определены физико-химические, физико-механические свойства и устойчивость к агрессивным средам разработанных модифицированных серных бетонов для замены портландцемента;

доказано, что наличие 10-25% по массе нерастворимых полимерных частей по отношению к сере приводит к улучшению эксплуатационных свойств модифицированного серобетона, устойчивого к атмосферным и агрессивным средам и обладающего высокими прочностными характеристиками при сжатии;

разработана технология получения модифицированной серы и серобетона с улучшенными физико-механическими свойствами за счет химических превращений.

**Практические результаты исследования следующие:**

определены оптимальные условия получения модифицированной серы, изучены их структура и физико-механические свойства;

показаны производство конкурентоспособных конструкций из серобетона, в процессе эксплуатации определена их устойчивость к агрессивным средам, холоду и воде.

разработана технология получения серобетона, стойкого к атмосферным и агрессивным внешним средам на основе нового серного вяжущего вещества;

разработаны технические и технологические рекомендации для производства серобетонов на основе новых модифицированных серных вяжущих веществ.

**Достоверность полученных результатов** объясняется использованием современных физических, механических и химических методов, таких как ИК-спектроскопия, рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, а также актуальностью результатов для производственной практики.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется созданием научной основы для производства серных бетонов на основе кротонового альдегида, а также изучением их структуры, свойств и технологии производства.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке и применении в промышленности новых экологически безопасных, импортозамещающих серных бетонов на основе кротонового альдегида и вторичных продуктов химической промышленности, увеличения срока службы, получения материалов с улучшенными физико-механическими свойствами.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, по модификации серного бетона на основе кротонового альдегида с серой, и разработке технологии получения новых модифицированных серных бетонов:

разработанная модифицированная серобетон на основе кротонового альдегида внедрены на предприятии АО «Алмалыкский ГМК» для получения бетонных конструкций, устойчивых к высоким концентрациям кислот и солей (справка АО «Алмалыкский ГМК» от 20.11.2020 № АА-009039). В результате на основе разработанной технологии получения серного вяжущего удалось получить серобетон, устойчивый в 40%-ном растворе серной кислоты и 40%-ном растворе сульфата аммония;

технология получения серобетона на основе новых серных вяжущих, устойчивого к атмосферным воздействиям и агрессивным внешним средам внедрена на предприятии АО «Алмалыкский ГМК» для получения прочного полимерного серобетона (справка АО «Алмалыкский ГМК» от 20 ноября 2020 года №АА-009039). В результате удалось получить серобетонные конструкции прочностью 85 МПа (соответствует марке М700, класс В55) на основе модифицированных полимерных соединений серы массой 26% с добавлением золауноса, песка и щебня.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались 4 международных и 1 национальной научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 2 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложения и изложена на 106 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

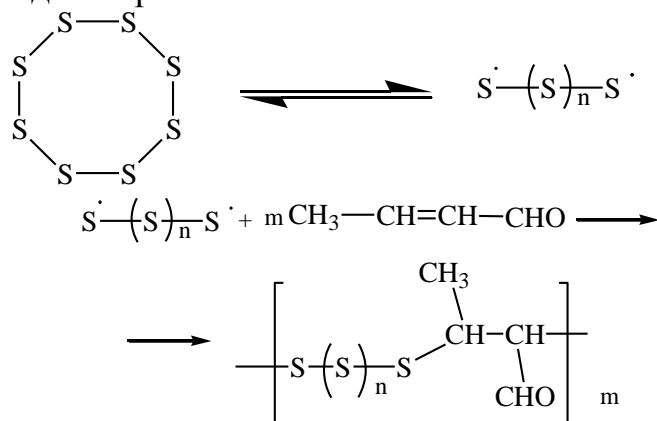
**Во введении** обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, даны цели и задачи, объекты и предметы исследования, продемонстрирована совместимость исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены его научные новшества и практические результаты, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыто теоретическое и практическое значение, подведены выводы по перспективам внедрения результатов исследования в практику, а также представлены опубликованные работы и сведения о структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Современное состояние и перспективы развития вяжущих веществ на основе серного бетона»** дается обзор литературы, в которой проанализированы методы синтеза и получения серных вяжущих и серных бетонов, на основе непердельных соединений, а также работы, посвященные новому современному состоянию и перспективам развития их синтеза. Обсуждены методы получения серных вяжущих и серного бетона на основе непердельных соединений, их физико-химические свойства, и подчеркнуто, что данное исследование является одним из перспективных направлений.

Во второй главе диссертации под названием **«Синтез серных вяжущих на основе местного сырья и модификация их с ненасыщенными соединениями»**, обоснованы методы изучения объектов, отобранных для исследования синтеза и физико-химических свойств. Описан подход к определению структуры синтезированных соединений с помощью электронной сканирующей микроскопии и ИК-спектроскопии. Представлены результаты и методы исследования, основанные на прочностных и термодинамических исследованиях серного бетона модифицированного на основе кротонового альдегида и золауноса Ангреной ТЭС.

Серу нагревали в стеклянном стакане до 185 °С на термостатированной масляной бане при постоянном перемешивании до образования прозрачной вязкой оранжевой расплавленной фазы серы. Затем непосредственно добавляли кротоновый альдегид к фазе расплавленной серы. Полученную смесь перемешивали при 185–190 °С в течение 60–70 мин, что приводило к

некоторому снижению вязкости реакционной среды и получению продуктов черного и желтого цвета для сомономеров кротонового альдегида с серой соответственно. Полученные продукты после завершения были взяты непосредственно из химического стакана с помощью шпателя, и им дали остыть до комнатной температуры. Схему реакции полимеризации кротонового альдегида с серой показана на схеме 1.

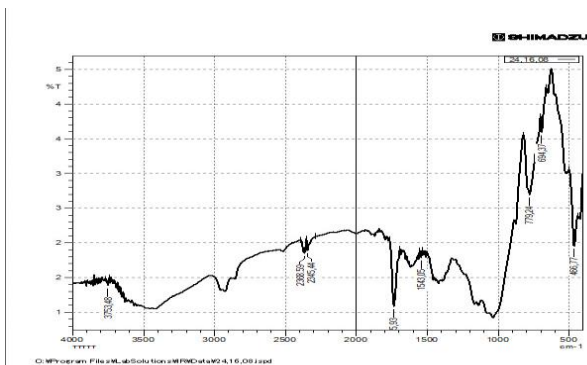


### Схема 1. Схема синтеза полимерной серы.

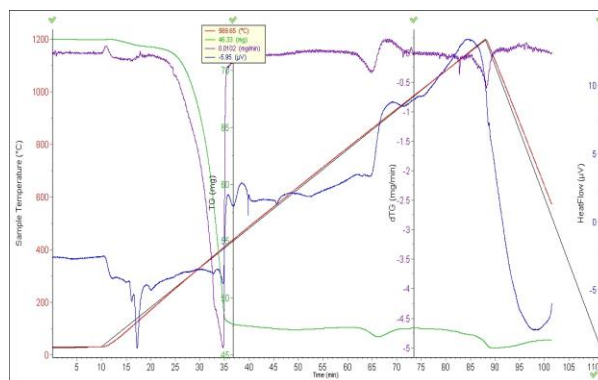
Полученный сополимер серы нагревали до 180–190 °С в стакане из нержавеющей стали, оборудованном механической мешалкой, в термостатируемой масляной бане до образования расплавленной фазы. К расплавленной модифицированной сере добавляли песок, щебень, золаунос, и полученную смесь дополнительно нагревали при этой температуре с образованием гомогенной примеси бетона при постоянном перемешивании в молярном соотношении 1:2,5 (сополимер полисульфида: песок, щебень, золаунос). Вязкую смесь помещали в форму собственного изготовления, а затем сразу же помещали в печь, нагретую до 180–190 °С, выдерживали в течение 30 минут, охлаждали до комнатной температуры и осторожно извлекали из формы.

На ИК-спектре модифицированной серы в областях 2850-1470 см<sup>-1</sup> имеются полосы поглощения, подтверждающие наличие -CH<sub>2</sub>- групп, и полосы поглощения в области 1650 см<sup>-1</sup>, подтверждающие наличие в свободном состоянии -C=O группы. ИК-спектр содержит полосы поглощения в области 3400 см<sup>-1</sup>, соответствующие -ОН группам. Деформационные колебания всех активных групп проявляются в виде сильных узких полос между обычными полосами деформационных колебаний -CH-O- в области 1400 – 1465 см<sup>-1</sup>. Наличие групп, содержащих серу S=O и S-N в области 2343–2368 см<sup>-1</sup>, широкая интенсивная полоса подтверждает серосодержащих соединений в областях 1200-1100 см<sup>-1</sup>, 1040-1060 см<sup>-1</sup>.

Кроме того, на ИК-спектроскопии в областях 1060 см<sup>-1</sup> и 1015 см<sup>-1</sup> появляются узкие малоинтенсивные полосы, содержащие связи серосодержащего соединения. При рассмотрении ИК-спектров модифицированной серы видны интенсивные -CH<sub>2</sub>-O- группы с показателями диммера 1400-1440см<sup>-1</sup> (Рис.1).



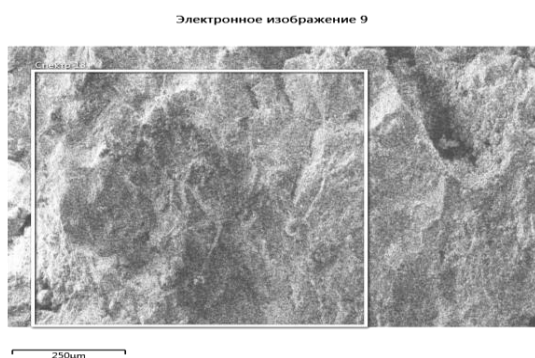
**Рис. 1. ИК-спектр модифицированной серы.**



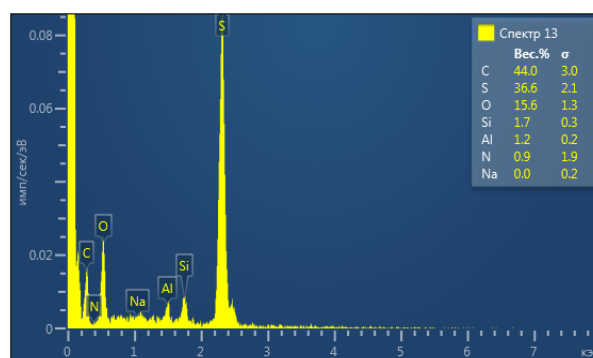
**Рис. 2. ТГА анализ модифицированной серы.**

Термические свойства модифицированной серы исследовалось на ДТГ. Масса образца модифицированной серы не меняется до 207°C. На кривой ДТГ в температурном диапазоне 100-120°C наблюдается один эндотермический пик (при 114.7°C), что соответствует плавлению образца (рис.2). Полученные данные показывают, что выше температуры 307°C образец начинает разлагаться в два этапа – до 365°C со скоростью 6%/мин, и выше 500°C со скоростью 2.5%/мин, с общей потерей массы 84%. Реакция разложения эндотермическая, общая энергия разложения -304.7 Дж/г.

Исследована микроструктура образца модифицированного серного бетона методом сканирующей электронной микроскопии. Подготовку образцов серобетона для исследования микроструктуры проводили по разработанной методике. На поверхность модифицированного серного бетона в вакуумной установке для ионного напыления наносили слой золота толщиной -5 нм. Металлизированные золотом образцы исследовали в сканирующем электронном микроскопе QUORUM Q150 RS в режиме вторичных электронов. Результаты микроструктурных исследований приведены на рис. 3.



**Рис. 3. Микрофотография серного бетона.**



**Рис. 4. Данные элементного анализа серного бетона.**

На рис. 3. можно видеть, что при добавлении 5 г кротонового альдегида на 100 г серы существенно увеличиваются размеры частиц дисперсной фазы с -0,1 до 0,5 мкм, в то время как при добавлении 3 г кротонового альдегида на те же 100 г серы подобного эффекта не наблюдается. Если же кротоновый

альдегид добавлять в пластифицированную полимерную серу, то значительное увеличение размеров дисперсной фазы происходит прямо пропорционально повышению содержания модифицирующей добавки.

На рисунке 4. показано процентное соотношение углерода, кислорода, серы, кремния, азота, натрия и алюминия в составе серобетона.

**В третьей главе диссертации под названием «Исследования процесса получения модифицированных серных бетонов на основе местного сырья и изучение физико-механических свойств»** обсуждаются результаты прочностных, термогравиметрических и рентгенофазных исследований синтезированных серных бетонов.

В работе описывается разработка и характеристика нового модифицированного полимерного серного бетона (МСБ), разработанного в Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии (ТНИИХТ). Вместо дорогостоящего органического модификатора в способе используется промышленный побочный продукт кротновая фракция (60-65 % кротоновый альдегид, а остальное другие альдегиды) в качестве модификатора серы. Наряду с этим модификатором для обеспечения реактивной площади поверхности и в качестве физических наполнителей в МСБ используется другой отход, летучая зола (например, золоунос Ангренской ТЭС) и песок. Поскольку большинство основных ингредиентов для нового МСБ являются промышленные побочные продукты (т.е. сера, летучая зола и кротоновая фракция), ожидается, что это недорогое решение расширит использование МСБ и значительно уменьшит воздействие на окружающую среду в строительном секторе. Это исследование было сосредоточено на характеристике материала нового МСБ. Механические и термические испытания, микроскопический анализ были выполнены, чтобы оценить возможность использования материала для строительства.

Изготовление МСБ включает в себя предварительную обработку присадочных материалов (летучая зола Ангренской ТЭС и мелкозернистого кварцевого агрегата) с кротоновым фракцией с последующей обработкой элементарной серой для образования раствора полимеризованной серы. Была выбрана следующая пропорция смеси: 54 мас.% песок, 18 мас.% летучая зола, 26 мас.% сера и 2 мас.% органический модификатор (таблица 1). В исследовании летучая зола используется в обычном цементном бетоне для его пуццолановой реакции, которая позволяет уменьшить углеродный след продукта в МСБ (вместе с песком), чтобы обеспечить потенциальные места реакции для полимеризации и в качестве компонента наполнителя в композит материале. Добавление летучей золы в МСБ полезно для повышения консистенции и обрабатываемости смеси благодаря ее круглой форме и подходящему размеру в качестве наполнителя. На стадии предварительной обработки материалы наполнителя и органический модификатор смешивали и нагревали до температуры 170-180°C в течение 12 часов. Материалы были объединены с элементарной серой и обработаны через мельницу с поперечной мешалкой с размером ячеек 1 мм для уменьшения размера частиц. Затем смесь нагревали и перемешивали в расплавленном состоянии

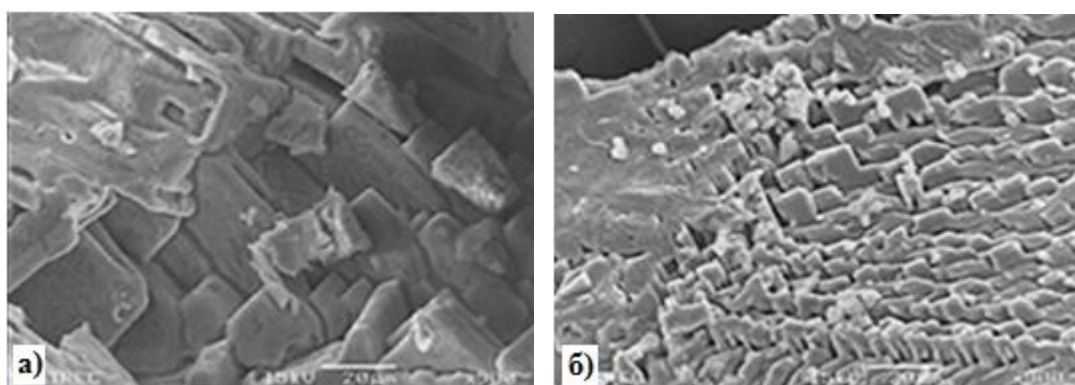
при 135-145 °С в течение 4-6 часов и выливали в формы для охлаждения. Средняя плотность образцов раствора составляла 2274 ( $\pm$  41) кг/м<sup>3</sup>.

**Таблица 1**

**Рецептура смеси полимерного серобетона**

Добавки	Сера	Песок	Летучая зола	Органический модификатор	Всего
мас.%	26	54	18	2	100

Что касается результатов получения модифицированной серы, следует отметить, что реакция серы зависит от количества добавки кротонового альдегида. При добавлении кротонового альдегида к сере структура элементарной серы изменяется. Структура более плотная и более напряженная, чем структура серы без кротонового альдегида. Свойства модифицированной серы, полученной из побочного серного продукта, аналогичны свойствам серы, полученной из чистой серы, из-за химического состава. Условие SEM анализа напряжения составляет 15 кВ. На рис. 5 показана микроструктура элементарной и модифицированной серы.



**Рис. 5. Микроструктура элементарной серы (а) в сравнении с модифицированной элементарной серой (б)**

Результатом производства серобетона было использование различного соотношения серы, так как соотношение серы и модифицированной серы влияет на прочность сжатия серобетона. Модифицированная сера очень эффективно связывает и укрепляет агрегаты. Доля кротонового альдегида в смеси модифицированной серы влияет на прочность сжатия. Количество кротонового альдегида увеличивается, увеличивается и прочность на сжатие. С другой стороны, золаунос может повысить удобнораскладываемость бетона.

На промышленных предприятиях, где обычный ПЦ имеет короткий срок службы, одним из основных преимуществ модифицированного серобетона перед ПЦ является удлинение его эксплуатационных свойств в большинстве кислых и солевых сред. В промышленных предприятиях модифицированную серобетон применяют в сооружениях при циклах замораживания и оттаивания, при изготовлении канализационных труб, на объектах пищевой промышленности, дренажных каналов и морских сооружений. Что касается

долговечности, МСБ может считаться безвредным чистым материалом, поскольку МСБ может заменить портландцемент в нескольких строительных приложениях.

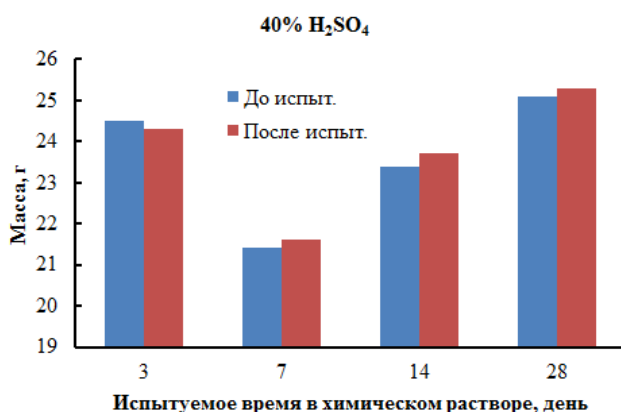
Предел прочности при сжатии МСБ развивается около 80% всего через несколько часов после отливки и обычно от 80 до 95% через 24 часа [7]. В диссертации исследования проводились на двух одинаковых образцах, отвержденных за 3, 7, 14 и 28 дней. Прочность на сжатие в среднем с течением времени для всех образцов показаны в таблице 1. Как показано в таблице 1, средняя прочность на сжатие, полученная за 3 дня, составила 33 МПа, а также 41 МПа за 28 дней. Полученные данные согласуются с процентом прочности на сжатие, рассчитанным как 80,5% по сравнению со значением 28 дней.

**Таблица 2**

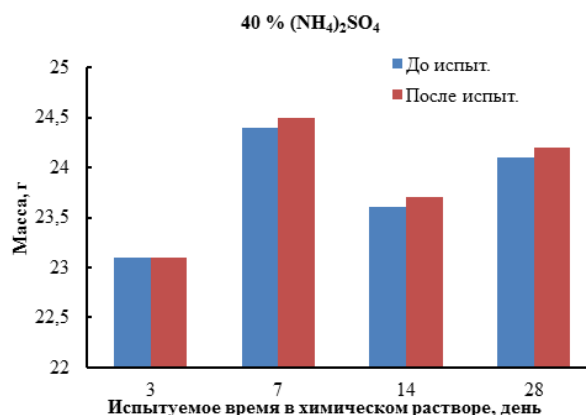
**Прочности на сжатие для образцов МСБ**

№	Время, день	Средняя прочность на сжатие, МПа	Стандартное отклонение, МПа
1	3	32,15	0,16
2	7	37,62	0,67
3	14	39,43	2,23
4	28	42,13	0,98

Увеличение эксплуатационных свойств образцов МСБ были проведены путем изменения массы образца через 3, 7, 14 и 28 дней и сравнение ее с начальным результатом (до погружения), полученные данные приведены на рис. 6, 7 и на таблице 2. Уменьшения массы была рассчитана для кубовых образцов МСБ размером 10x10x10 мм, погруженных в 40%-ный раствор сульфата аммония и серной кислоты. Результаты изменения массы образцов погружения были низкими, что указывает на то, что образцы после воздействия сульфатной среды и кислот не показывали какого-либо ухудшения.



**Рис. 6. Изменение массы во время погружения в 40%-ный H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**



**Рис. 7. Изменение массы во время погружения в 40%-ный (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**



Полученные данные свойств ухудшения МСБ были оценены путем сравнения прочности на сжатие контрольных образцов и результатов прочности на сжатие при различном времени погружения в растворы, погруженных в обычную воду. Исследовано прочности на сжатие и потеря массы, полученные данные приведены в таблице 3. Полученные данные по прочности на сжатие, зависят от погружения образцов в агрессивные среды, в то время исходные образцы ведут себя аналогично с другими образцами увеличением времени погружения, показывая высокую химическую прочность МСБ. Средние значения изменения массы образцов после погружения в раствор немного увеличилась в обоих случаях, но оставались в пределах ожидаемых значений. Вместе с тем, трещин или повреждений не наблюдалось, во время испытания эти образцы подвергались экстремальным условиям воздействия. Полученные данные по прочности на сжатие показано в таблице 3, средние значения образцов уменьшались на 0,02-0,7% в 40%-ном  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и на 0,12-0,22% в 40% -ном растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Таблица 3**

**Результаты испытаний на долговечность при погружении образцов в химические растворы: потеря массы и потеря прочности на сжатие после погружения**

Время, день	Растворы	Вес до погружения, (г)	Вес после погружения, (г)	Потеря массы, %	Прочности на сжатие до погружения (МПа)	Прочность на сжатие после погружения (МПа)	Потеря прочности при сжатии (%)
3	40 %-ном $\text{H}_2\text{SO}_4$	23,6	24,2	0,81	33,25	34,13	-0,88
7		20,4	21,5	-0,93	37,62	37,68	-0,06
14		22,5	23,6	-1,28	39,43	39,38	0,05
28		24,2	25,2	-0,79	41,36	41,27	0,09
3	40 %-ном $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	22,1	23,3	0	34,53	34,59	-0,06
7		23,5	24,4	-0,40	36,84	37,11	-0,27
14		22,7	23,6	-0,42	40,37	40,36	0,01
28		23,3	24,1	-0,41	41,05	41,15	-0,1

Таким образом, полученные данные дают основания утверждать, что, с использованием экспериментальных данных, можно разрабатывать различные типы конструкционно-строительных материалов и смеси МСБ для минимизации затрат и в зависимости от желаемой прочности на сжатие.

Для образцов, изготовленных с максимальным размером грубого заполнителя 19 мм, 13 мм и 25 мм, средняя прочность на сжатие составила 74, 52 и 49 МПа соответственно (таблица 4). Когда доля летучей золы была увеличена до 5, 12 и 15% в качестве замены МСБ, прочность на сжатие серобетона составила 81, 84 и 73 МПа соответственно. Таким образом, случай с крупнозернистым заполнителем 19 мм и 15% летучей золы (по весу) показал наилучшие механические свойства с сохранением обрабатываемости.

## Предел прочности при сжатии и раскалывании

Образец	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Прочность на сжатие (МПа)	Прочность на разрыв при раскалывании (МПа)
№ 1	2417	49	-
№ 2	2389	52	-
№ 3	2374	69	-
№ 4	2365	74	5.2
№ 5	2383	84	6.3
№ 6	2348	81	4.4
№ 7	2392	73	4.6

Образец № 1, 2 и 4 сравнивали друг с другом, чтобы подтвердить влияние размера крупного заполнителя на прочность. Экземпляр № 4, который смешан с крупным заполнителем максимального размера 19 мм, показал лучшие показатели прочности среди трех образцов (образцы № 1, 2 и 4). Причина снижения прочности образца № 1 ожидается, что большой размер крупного заполнителя вызвал плохую обрабатываемость. Возможной причиной низкой прочности образца № 2 могло быть неправильное гранулометрическое распределение крупного заполнителя.

Прочность на сжатие образца № 3 и 4 сравнивали, чтобы найти эффект выдержки серного бетона. В результате разницы в прочности на сжатие между образцами, № 3 изучали в течение 30 дней, а образец № 4 изучали за 3 дня. Небольшая разница в прочности на сжатие в 7 МПа между двумя образцами может быть результатом отклонения образцов. Это означает, что серный бетон достигает окончательной прочности в раннем возрасте и не требует длительного времени отверждения, как бетон на основе портландцемента.

Для определения правильного соотношения летучей золы и МСБ прочность образцов № 4, 5 и 7 были измерены и сравнены друг с другом. Образец № 5, который смешан с 15% МСБ и 12% летучей золы, получил наивысшую прочность на сжатие и растяжение при разделении среди всех образцов. Результаты испытания показывают, что увеличение доли летучей золы при уменьшении количества МСБ помогает улучшить прочность серобетона. Эти результаты объясняются улучшением гранулометрического состава за счет увеличения количества летучей золы. Однако прочность снизилась, когда количество МСБ было уменьшено до 12%, потому что количество МСБ в пластическом состоянии влияет на удобоукладываемость.

Экземпляр № 6 был изготовлен с использованием переработанного крупного заполнителя с максимальным размером 25 мм, чтобы исследовать применимость переработанного заполнителя к серобетону. Предел прочности на разрыв образца № 6 уменьшился примерно на 30% по сравнению с образцом № 5. Однако между двумя образцами не было разницы в прочности на сжатие.

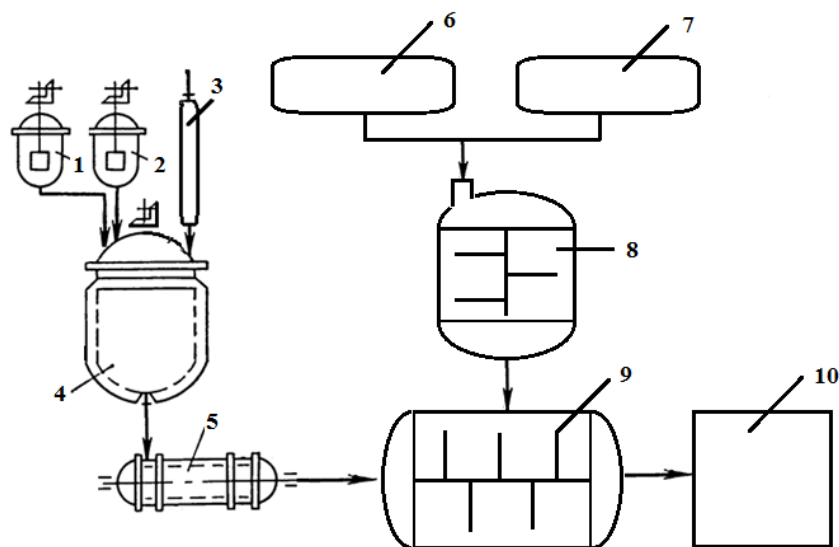
В четвертой главе диссертации под названием «Практическое применение полученных модифицированных серных бетонов» обсуждаются результаты технико-экономических расчетов и технология получения серного бетона.

**Технологическая схема получения серобетона.** Серобетон на основе модифицированной серы, в первую очередь, на основе непредельных соединений, нашел широкое применение в дорожной и строительной промышленности, благодаря уникальному комплексу свойств - выдающейся морозостойкости, атмосферостойкости и возможности долговременной эксплуатации в широком температурном интервале.

Научно-технический уровень достаточно высокий, учитывая отсутствие производства серного бетона в республике Узбекистан, потребность в которых в Узбекистане огромна, а также тот факт, что начало организации производства серного бетона впервые в Узбекистане приведет к значительному развитию целой отрасли в стране. Предлагаемая технология производства отдельных видов серного бетона специального назначения, отличается технологической простотой, легкостью осуществления процесса в обычных автоклавах-реакторах, и обеспеченностью местными сырьевыми ресурсами. Предлагаемая технология может быть легко осуществлена в обычных реакторах, с последующим смешением, формовкой и сушкой.

В ТашНИИХТ проведены исследования процесса получения серного бетона, из сырьевых ресурсов, производимых в нашей стране. Получение модифицированной серы проводили взаимодействием кротонного альдегида с серой. При реакции серы с кротоновым альдегидом получился полимеризованная сера, которая отличается от обычной немодифицированной серы, стойкостью к агрессивным средам, а также стойкостью к низким и высоким температурам в пределах от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $160^{\circ}\text{C}$  и высокими электроизоляционными свойствами.

#### Технологическая схема



1,2,6,7-ёмкость, 3-холодильник,  
4-реактор, 5-измельчитель, 8,9-смеситель, 10-формования.

**Рисунок 8. Технологическая схема получения серобетона**

Серный бетон может быть использован в дорожной, строительной и других областях промышленности.

Впервые в Узбекистане разработан высокоэффективный и экологически безопасный метод синтеза серного бетона.

Нами синтезированы новые модифицированные полимерные серы, при этом было изучено влияние на них различных факторов: растворителей, температуры, определена плотность и проведён термический анализ.

Серный бетон является наиболее доступным и дешевым материалом, однако он не уступает по ряду физико-механических показателей портландцементу. Поэтому полученный серобетон целесообразно применять в различных строительствах.

Технологическая схема получения модифицированного серобетона представлена на рис. 8. В реактор 4 (вертикальный цилиндрический аппарат с мешалкой, рубашкой и обратным холодильником) загружают из мерника 1 и 2 серу и кротоновый альдегид. Содержимое реактора нагревают до 140-160°C и перемешивают в течении 6 часов. Затем реакционную массу охлаждают до 20-25 °С и передают на емкость 5. Из емкости 5 передают на смеситель 9. Одновременно из мерника 6 и 7 загружают песок и золаунос в перечисленном количестве в смеситель 8. В смесителе 8 песок и золаунос нагревают до 140 °С. После чего передают на смеситель 9. В смесителе перемешивают всю массу и передают в формовку 10.

Серный бетон обладает высокими тепло- и звукоизоляционными показателями, имеет хорошие прочностные свойства, более высокую прочность при растяжении, стойкость к окислительному старению, воздействию агрессивных сред и растворителей.

При одинаковом составе и при одинаковом количестве минеральной части, полученные образцы серобетона превосходят по прочности стандартные из цементобетона в 2-3 раза, и не уступают известным зарубежным аналогам (табл. 5).

**Таблица 5**

**Сравнение прочности на сжатие полученных образцов серобетона с зарубежными аналогами**

Наименование показателя	Экспериментальные образцы	Серобетон «Газпром» (Россия)	Marbet, Польша	Канада, Cominco	США
Плотность средняя, кг/м <sup>3</sup>	2100-2200	2600-2700	220-2400	2400	2400-2500
Предел прочности при сжатии, МПа	55-85	55-70	73-86	40-65	48-62

Дополнительно на базе ООО «SURXON KOMBINAT» были изготовлены опытные образцы малогабаритных изделий из серобетона – утяжелители охватывающего типа и крышки для колодцев. Для изготовления изделий была использована серобетонная смесь из песка, щебня и модифицированной серы

с содержанием полимерных соединений 26 мас.% и с добавлением золауноса. Серобетон обладал прочностью около 85 МПа (соответствует марке М700, класс В55). Образцы были помещены на открытую площадку, где подвергались воздействию естественных условий окружающей среды в течение 24 месяцев. Признаков разрушения образцов не обнаружено (рис. 9).



**Рис. 9. Малогабаритные изделия из серобетона.**

Стоимость производства 1 м<sup>3</sup> нового предложенного модифицированного серобетона, составляет 148 180 сумов, это 5 000 м<sup>3</sup> в год по сравнению со стоимостью производства серобетона российским Газпромом (1 м<sup>3</sup> - 200 690 сумов). Годовой экономический эффект от производства серобетона составил 280 550 000 сумов.

## **ВЫВОДЫ**

1. Предложен способ получения модифицированной серы с высокой деформационной прочностью и адгезионными свойствами в результате модификации серы с помощью кротонового альдегида. Высокие термические и релаксационные свойства полученной модифицированной серы объясняются образованием вулканической сети.

2. Кротоновый альдегид впервые был использован в качестве модификатора серы, и были определены оптимальные условия для реакции сополимеризации. Полученные составы оказались стабильными при хранении и показаны получения серобетона.

3. Установлено значительное снижение деструкции композиций, полученных в результате включения золы ТЭС в состав композиций на основе серы и их стабилизации. Результаты исследования апробированы на экспериментальном и заводском оборудовании, и рекомендованы для получения серобетона на основе модифицированных серных вяжущих.

4. Разработана технология получения модифицированной серы путем химических прерращений и производства серобетона с улучшенными физико-механическими свойствами. Для получения модифицированного серобетона, устойчивого к воздействию атмосферы и агрессивных сред, обладающего высокими прочностными свойствами при сжатии, рекомендовано, чтобы

массовая доля нерастворимых полимерных частей составляла 10-25% по отношению к количеству серы.

5. Для получения прочных полимерных серобетонных конструкций, устойчивых к высоким концентрациям кислот и солей технология производства модифицированного серобетона из местного сырья внедрена на предприятии АО «Алмалыкский ГМК». Полученный серобетон превосходил обычный бетон на основе вяжущих по прочностным свойствам и рекомендован для получения конструкций из серобетона.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.78.01 AT TERMEZ STATE UNIVERSITY**

---

**TERMEZ STATE UNIVERSITY**

**AMANOVA NODIRA**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING MODIFIED  
SULFUR ON THE BASIS OF LOCAL RAW MATERIALS AND ITS  
APPLICATION IN PRODUCING SULFUR CONCRETE**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials based on them

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

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

**Termez – 2020**

The title of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2020.4.PhD/T1905.

The dissertation has been prepared at the Termez State University.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online [www.tersu.uz](http://www.tersu.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Supervisors:**

**Turaev Khayit**

Doctor of Chemistry, Professor

**Beknazarov Khasan**

Doctor of Technical Sciences, Senior

**Researcher Official opponents:**

**Shukurov Jamshid**

Doctor of Technical Sciences

**Sottikulov Eler**

Doctor of Philosophy PhD

**Leading organization:**

**Samarkand State University**

The defense of the dissertation will take place on «14» 12 2020 in «16<sup>00</sup>» at the meeting of Scientific council PhD.03/30.12.2019.T.78.01 at the Termez State University (Address: 190111, 43 Barkamol Avlod Street, Termez, Surkhandarya region. Phone: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of Termez State University at: under № 23 (Address: 190111, 43 Barkamol Avlod Street, Termez, Surkhandarya region. Phone: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)).

The abstract of the dissertation has been distributed on «4» 12 2020 year.  
Protocol at the register № 7 dated «4» 12 2020 year.



**I.A. Umbarov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding of the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**Sh.A. Kasimov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Philosophy in Chemical Sciences

**F.B. Eshqurbonov**  
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Docent



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research** is to obtain modified sulfur based on crotonaldehyde, improve its properties and develop a technology for producing sulfur concretes based on them.

**The object of research** are synthesized compounds based on sulfur and crotonaldehyde and by-products of the chemical industry.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

determined high deformation-strength and adhesive and physicochemical properties of modified sulfur, obtained modified sulfur based on crotonic aldehyde;

determined the physicochemical, physicomechanical properties and resistance to aggressive environments of the developed modified sulfur concretes to replace Portland cement;

it has been proven that the presence of 10-25% by weight of insoluble polymer parts in relation to sulfur leads to an improvement in the operational properties of modified sulfur concrete, resistant to atmospheric and aggressive environments and having high strength characteristics in compression;

the technology has been developed for obtaining modified sulfur and sulfur concrete with improved physical and mechanical properties due to chemical transformations.

**Implementation of research results:** Based on scientific results on the modification of sulfur concrete based on crotonaldehyde from sulfur, and the development of new modified sulfur concrete:

the developed modified sulfur-concrete structures based on crotonaldehyde have been introduced at the JSC «Almalyk MMC» to obtain concrete structures resistant to high concentrations of acids and salts (certificate of JSC «Almalyk MMC» dated 20.11.2020 No. AA-009039). As a result, on the basis of the developed technology for obtaining a sulfur binder, it was possible to obtain sulfur concrete, which is stable in a 40% solution of sulfuric acid and a 40% solution of ammonium sulfate;

the technology for producing sulfur concrete based on new sulfur binders, resistant to atmospheric influences and aggressive external environments, was introduced at the enterprise of JSC «Almalyk MMC» to obtain durable polymer sulfur concrete (certificate of JSC «Almalyk MMC» dated November 20, 2020 No. AA-009039). As a result, it was possible to obtain sulfur concrete structures with a strength of 85 MPa (corresponds to the M700 brand, class B55) based on modified polymer sulfur compounds weighing 26% with the addition of ash, sand and crushed stone.

**Structure and volume of the research.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references, and an Appendix. The volume of the dissertation is 106 pages.

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**  
**Список опубликованных работ**  
**List of published works**  
**I бўлим (I часть; I part)**

1. Аманова Н.Д., Тўраев Х.Х., Бекназаров Х.С. Синтез и исследование нового полимерного серобетона // Universum: технические науки: научный журнал. Часть 3.М., Изд. «МЦНО» -2020.-№6 (75).-С.5-8. (02.00.00 №1)
2. Amonova N.D., To'raev X.X., Eshqurbonov F.B. Oltingugurtli beton tarkibidagi radionuklidlarni gamma spektrometr yordamida tahlil qilish // Ozbekiston Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, TDTY "Fan va taraqqiyot" DUK. Toshkent, -2020.-№3.202-205 b. (02.00.00 №4)
3. Amonova N.D., To'rayev X.X., Eshqurbonov F.B. Gamma spektrometr yordamida oltingugurtli beton tarkibini fizik-kimyoviy tahlil qilish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti, -Buxoro, -2020, №6, 34-39-b. (02.00.00. №14)
4. Аманова Н.Д., Бекназаров Х.С., Тураев Х.Х. Синтез и исследование свойств модифицированной серы и серобетона // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 11(80). –С. 25-31. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10933> (02.00.00 №1)

**II бўлим (II часть; II part)**

5. Амонова Н.Д., Тураев Х.Х., Бекназаров Х.С., Эшкурбонов Ф.Б. Исследование кинетики термоокислительной деструкции исходного и модифицированных образцов серы методами ДТА ва ТГА //Наука и мир. Международный научный журнал, № 6 (82), 2020, Том 1.
6. Хайитова Ж.М. Изучение свойств нового негорючего модифицированного серобетона / Ж.М.Хайитова, Н.Д. Аманова, Х.С. Бекназаров // Материалы 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки, 3-14 февраля, -2020.-Минск: БГТУ, -с.259.
7. N.D. Amanova, Kh.Kh. Turayev, Kh.S.Beknazarov. Polymer sulfur concrete // Actual problems of modern science and innovation in the Central Asian region: collection of articles of the international conference. -Jizzahk, -2020. -p.71.
8. N.D. Amanova, Kh.Kh. Turayev, Kh.S.Beknazarov. Study of properties of initial and modified sulfur samples // Actual problems of modern science and innovation in the Central Asian region: collection of articles of the international conference. -Jizzahk, -2020. -p.76.
9. Amanova N.D., Turayev Kh.Kh., Beknazarov Kh.S. Study of thermooxidizing properties of initial and modified sulfur samples by dta and tga methods // Problems and prospects of innovative techniques and technologies in the field of environmental protection International scientific-technical online conference Proceedings. - Tashkent. -TashSTU, -2020.-p.133.
10. Аманова Н.Д., Тураев Х.Х., Бекназаров Х.С. Кинетика термоокислительной деструкции исходных и модифицированных образцов серы методами ДТА и ТГА // Академик А.Ф.Фаниевнинг 90 йиллигига

бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 2020 йил 24-26 апрель. - Термиз., -2020. 68-70-б.

11. Аманова Н.Д., Тураев Х.Х., Бекназаров Х.С. Изучение физико-химических свойств и ИК- спектроскопическое исследование нового модифицированного полимерного серобетона // Академик А.Ф.Фаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 2020 йил 24-26 апрель. -Термиз., -2020. 139-141-б.

12. Аманова Н.Д., Тураев Х.Х., Бекназаров Х.С. Термогравиметрические исследование модифицированного полимерного серобетона // Академик А.Ф.Фаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 2020 йил 24-26 апрель. -Термиз., -2020. 141-143-б.



Босишга рухсат этилди 04.12.2020 й.  
Бичими 84x60 1/16. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди. Шартли босма табоғи 2,7.  
Адади 100. Буюртма № 11.

EZOZA-PRINT босмахонасида чоп этилди.  
Термиз ш., И.Каримов кўчаси, 64.





