

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**МИРЗАЕВ БАХОДИР ҚЎЗИБОЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДАГИ КОМПЛЕКС ПОЛИМЕР-  
МИНЕРАЛ ҚЎШИМЧАЛАР ҚЎШИЛГАН КЕРАМЗИТБЕТОННИНГ  
СТРУКТУРАСИ ВА ХОССАЛАРИ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2020 йил**

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

**Мирзаев Баходир Қўзибоевич**

Маҳаллий хомашёлар асосидаги комплекс полимер-минерал қўшимчалар  
қўшилган керамзитбетоннинг структураси ва хоссалари.....5

**Мирзаев Баходир Қўзибоевич**

Структура и свойства керамзитобетона с комплексными полимер-  
минеральными добавками на местном сырье.....21

**Мирзаев Баходир Қўзибоевич**

Structure and properties of expanded clay concrete with complex polymer-mineral  
additives based on local raw materials.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published

works.....43

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**МИРЗАЕВ БАХОДИР ҚЎЗИБОЕВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДАГИ КОМПЛЕКС ПОЛИМЕР-  
МИНЕРАЛ ҚЎШИМЧАЛАР ҚЎШИЛГАН КЕРАМЗИТБЕТОННИНГ  
СТРУКТУРАСИ ВА ХОССАЛАРИ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси**

**АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2020**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси  
Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация  
комиссиясида В2019.З.PhD/Т1367 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган

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

**Илмий раҳбар:**

**Самигов Нигматжан Абдурахимович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Хасанов Бахриддин Баратович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Турғунбоев Уринбек Жамолевич**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Наманган муҳандислик-қурилиш институти.**

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти хузуридаги DSc.26/30.12.2019.Т.11.1 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «15» декабрь соат 10<sup>00</sup> да Архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7В-уй. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида таниши мумкин (№ 46-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халқа йўли кўчаси, 7-уй. Тел.: (+99871) 235-43-30; факс: (+99871) 234-15-11, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация автореферати 2020 йил 30 ноябрь куни тарқатилди.

(2020 йил “14” ноябрдаги 10- рақамли реестр баённомаси).



**Х.А. Акрамов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси Уринбосари, т.ф.д., профессор

**Х.Х. Камиллов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

**С.А. Ходжаев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

## КИРИШ (докторлик диссертациясининг аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон қурилиш саноатини жадал ривожлантириш ва ёқилғи - энергия ташувчилар учун нархларнинг кўтарилиши қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқаришда ресурс ва энергия тежамкор технологияларни яратиш ва амалга ошириш зарурлигига олиб келмоқда. Бу борада, жумладан қурилиш материаллари соҳасида янги турдаги экологик материаллардан фойдаланиш, энергия тежамкор технологияларни самарали қўллаш, янги қурилиш материаллари ва уларнинг мавжуд технологиясини такомиллаштириш ва бу орқали бетон ва бетон қоришмасининг физик-механик ва физик-кимёвий хоссаларини яхшилаш масалалари етакчи ўринни эгаллайди. Шу жиҳатдан бетон ва бетон қоришмасининг маҳаллий хомашё асосидаги кимёвий қўшимчачи таркиблари ва уларни ишлаб чиқаришнинг энергия тежамкор технологияларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда бетон, бетон қоришмаларини тайёрлаш ва ишлаб чиқаришда уларнинг хоссаларини яхшилашга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада жумладан, юқори сифатли енгил бетонларни ишлаб чиқариш учун енгил тўлдиргичларни танлаш, кимёвий ва минерал қўшимчалардан фойдаланиб қотаётган цемент тошида структура ҳосил бўлишини бошқариш, енгил бетонларнинг таркибини оптималлаштириш, тўлдирувчи ва минерал боғловчи орасидаги контакт зонасини яхшилаш, мустаҳкам структурасини шакллантиришга йўналтирилган кўплаб илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шунга боғлиқ равишда, енгил бетонларнинг физик-техник хоссаларини тадқиқ этиш, уларни ишлаб чиқаришда маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан фойдаланиб минерал боғловчи сарфини камайтириш, энергия тежаш имконини берувчи технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Республикамизда қурилиш индустриясини ривожлантириш, қурилиш материаллари ишлаб чиқаришни модернизациялаш, маҳаллий ва иккиламчи хомашёлардан қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда самарали фойдаланиш ва шу билан бирга ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш каби бир канча ишлар амалга оширилиб, муайян ютуқларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегиясида, жумладан, "...миллий иктисодиётни рақобатбардошлигини ошириш, иктисодиётда энергия ва материал сарфини камайтириш, ....ишлаб чиқаришга энергия тежамкор технологияларни кенг тадқиқ қилиш..."<sup>1</sup> вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни бажаришга, шу жумладан маҳаллий хомашёлар асосидаги полимер-минераллардан ишлаб чиқилган комплекс кимёвий қўшимчаларни енгил бетон ва темирбетон ишлаб чиқаришда фойдаланиб, сифатли конструкция ва буюмларни ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 22 майдаги

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегияси тўғрисида"ги Фармони.

ПФ-5445-сон “Капитал қурилишда лойиха ва қурилиш ишларини амалга ошириш тартибини оптималлаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги фармони, 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-2660-сон “Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида”ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335 сон “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Жаҳон амалиётида цемент бетонларини модификациялаш учун кимёвий қўшимчалардан фойдаланишнинг илмий асослари кўплаб чет эл давлатлари олимлари - Ю.М. Баженов, В.Г. Батраков, Л.И. Дворкин, Б.С. Изотов, В.И. Калашников, С.С. Каприелов, В.С. Рамачандран, В.С. Ратинов, В.В. Стольников, Б.Д. Тринкер, А.Б. Ушеров-Маршак, Н.А. Никифоров, Л.И. Касторных, Б.А. Усов, Л.А. Урханова, В.И. Лихотёко ва бошқаларнинг илмий асарларида шугуланиб. ушбу масалаларни ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар.

Республикада қурилиш материаллари соҳасидаги етакчи олимлари - Джалилов А.Т., Ашрабов А.Б., Қосимов Э.У., Самигов Н.А., Тохиров А.А., Тўлаганов А.А., Адилхўжаев А.И., Аскарлов Б.А., Акрамов Х.А., Ходжаев С.А., Аббасхонов Н., Каримов М.У., Сатторов З.М. ва бошқалар бу соҳада узок йиллар давомида кимёвий қўшимчалардан фойдаланиб бетонларнинг структураси ва хоссаларини яхшилаш масалаларини ўрганишда салмоқли ҳисса қўшдилар ва маълум ютуқлар ҳамда муҳим илмий натижаларга эришдилар.

Аввал ўтказилган тадқиқотлар таҳлили кимёвий қўшимчалар қўлланилган енгил бетон таркибларини ишлаб чиқиш, мустаҳкамлигини ошириш учун маҳаллий хомашёлар асосидаги комплекс кимёвий қўшимчалардан фойдаланиш орқали енгил бетон хоссаларини оптималлаштириш, енгил бетондан тайёрланган конструкцияга кетадиган сарф-харажатларни камайтиришга қаратилган масалалар етарли даражада ўрганилмаганлигини ва янада кенгрок тадқиқ қилишни талаб этаётганлигини кўрсатмоқда.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институтининг ОТ-Атех-2018-63 “Маҳаллий хомашёлар асосида импорт ўрнини босувчи янги авлод полимер-минерал комплекс қўшимчали энергия ва ресурс тежамкор иссиқлик изоляцияси материаллари енгил ва ячейкали бетонлар технологиясини яратиш ва тадқиқ этиш” (2018-2020 й.й.) мавзуси бўйича олиб борилган амалий лойиха доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** маҳаллий хомашёлар асосидаги янги авлод комплекс полимер-минерал қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг хоссаларини ўрганиш ва энергия тежамкор технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

янги авлод комплекс кимёвий қўшимчалари билан модификацияланган керамзитбетон таркибини физик-кимёвий таҳлил қилиш;

янги авлод кимёвий қўшимчалар қўшилган керамзитбетон таркибини оптималлаштириш;

янги авлод комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг физик-механик ва иссиқлик ўтказувчанлик хусусиятларини ўрганиш;

янги авлод комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетон технологиясини ишлаб чиқаришга жорий қилиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида маҳаллий хомашёлар асосидаги комплекс полимер-минерал қўшимчалардан фойдаланиб тайёрланган керамзитбетонлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида маҳаллий хомашёлар асосидаги комплекс полимер-минерал қўшимчалардан фойдаланиб тайёрланган керамзитбетоннинг физик-механик, физик-кимёвий ва техник-иктисодий параметрлари ташкил қилади.

**Тадқиқотнинг усуллари** тадқиқот жараёнида физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари инфрақизил-спектроскопик, электрон микроскопик ва термогравиметрик таҳлиллари, керамзитбетонларнинг хоссалари ва сифат кўрсаткичларини ўрганишнинг стандартлаштирилган усуллари, тажриба натижаларини таҳлил қилишнинг математик моделлаштириш усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

янги авлод полимер-минерал комплекс қўшимчанинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда керамзитбетон микроструктурасини шаклланиши асосланган;

керамзитбетон хоссаларига КДж-3 ва КДж-3МБ маркадаги комплекс кимёвий қўшимчаларнинг таъсир қилиш механизми аниқланган;

керамзитбетон мустаҳкамлигини комплекс кимёвий қўшимчалар миқдорига боғлиқлигини ифодаловчи математик модел ишлаб чиқилган;

КДж-3 маркадаги комплекс кимёвий қўшимчадан фойдаланишни ҳисобга олган ҳолда керамзитбетон ишлаб чиқаришнинг энергия тежамкор технологияси такомиллаштирилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

янги авлод комплекс кимёвий қўшимчалари қўшилган керамзитбетонларнинг энергия ва ресурс тежамкор самарали таркиблари ишлаб чиқилган;

комплекс кимёвий қўшимчалар қўшилган керамзитбетонларнинг янги технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг натижаларининг ишончлилиги.** Олинган натижаларнинг ишончлилиги тадқиқотларни замонавий асбоблар ва стандарт усулларни қўлланилган ҳолда комплекс ўрганилиши, тажрибаларни қурилиши

меъёрлари ва қоидалари бўйича ўтказилиши, ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқот натижаларини юқори аниқликда мос келиши ҳамда уларни амалиётга жорий қилинганлиги билан таъминланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти полимер-минерал комплекс қўшимчалар асосидаги керамзитбетон бўйича илмий назариялар, уларнинг таркиби ва физик-механик ва физик-кимёвий хусусиятлари таҳлил қилишдан иборатдир.

Ишнинг амалий аҳамияти тадқиқот натижалари асосида комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг технологияси ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқаришга жорий қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳалий хомашёлар асосидаги полимер-минерал комплекс қўшимчалар қўшилган керамзитбетоннинг таркибларини лойиҳалаш ва хоссаларини оптималлаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида;

ҚДж-3 комплекс кимёвий қўшимчаси билан модификация қилинган таркиблари деворбоп блоклар ишлаб чиқариш учун “Fergana vibropress tensil” МЧЖ қурилиш корхонасида жорий қилинган (“Ўзсаноат қурилиш материаллари” уюшмасининг 2020 йил 29 сентябрдаги №05/15-3064-сон маълумотномаси). Натижада керамзитбетон қоришмасининг сувга талабчанлигини 15-18% ва цемент сарфини 18-25% га камайтириш имконини берган;

ҚДж-3 комплекс кимёвий қўшимчасидан фойдаланиб ишлаб чиқилган таркиблари тўсувчи деворлар учун ариқча-тарокли деворбоп блоклар ишлаб чиқариш учун “Fergana vibropress tensil” МЧЖ қурилиш корхонасида жорий қилинган (“Ўзсаноат қурилиш материаллари” уюшмасининг 2020 йил 29 сентябрдаги № 05/15-3064-сон маълумотномаси). Натижада керамзитбетон тайёрлаш учун фойдаланиладиган цемент сарфини 25-30% га иқтисод қилиш имконини берган;

ҚДж-3 комплекс кимёвий қўшимчасидан фойдаланиб ишлаб чиқилган таркиблари шишатўр билан арматураланган қоплама плиталар ишлаб чиқаришда “Fergana vibropress tensil” МЧЖ қурилиш корхонасида жорий қилинган (“Ўзсаноат қурилиш материаллари” уюшмасининг 2020 йил 29 сентябрдаги № 05/15-3064-сон маълумотномаси). Натижада қалинлиги 12,5 мм бўлган қоплама плиталар ишлаб чиқариш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация мавзуси бўйича тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 2 та Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокама этилган.

**Тадқиқот натижаларининг элон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш, шундан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий журналларда 5 та, шу жумладан 1 таси мақола хорижий журналда нашр қилинган.

**Диссертация таркиби ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 115 бетни ташкил этди.



## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида бажарилган диссертация тадқиқотларининг долзарблиги асосланган, тадқиқотларнинг мақсад ва вазифалари ҳамда тадқиқот объекти ва предмети келтирилган, тадқиқотларнинг Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларга мос келиши кўрсатилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва олинган натижаларнинг илмий-амалий аҳамияти ифодаланган, тадқиқот ишлари натижаларининг ишлаб чиқаришга тадбиқ этилганлиги таъкидланган, тадқиқот ишлари натижаларининг апробацияси ҳақида маълумотлар ва диссертация мавзуси бўйича чоп этилган илмий мақолалар, шунингдек, диссертация структураси ва ҳажми тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг ўрганилганлик ҳолати ва масалани кўйилиши”** деб номланган биринчи бобида илмий муаммонинг замонавий ҳолатини аналитик шарҳлари келтирилган. Унда ғовақдор тўлдирувчилар асосида энергия тежамкор енгил бетонларни олиш усуллари, кимёвий қўшимчалар қўшилган бетоннинг нархи ва материаллар сарфини камайтириш, уларнинг физик-механик хоссаларини яхшилаш бўйича Республикамиз ва хорижий тадқиқотчилар томонидан олиб борилган илмий ишларнинг натижалари чоп этилган адабий манбъларни таҳлили ёритилган.

Диссертациянинг **“Қўлланиладиган материалларнинг хусусиятлари ва тадқиқот усуллари”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот ишида фойдаланилган цементлар, тўлдирувчилар, кимёвий қўшимчаларнинг тавсифлари ҳамда қўлланилган экспериментал тадқиқотларнинг усуллари келтирилган. Тадқиқотларда “Қувасойцемент” АЖ да ишлаб чиқарилган, ГОСТ 10178-85 талабларига жавоб берувчи ПЦ400 Д20 маркали портландцементдан, ғовақ тўлдирувчи сифатида Тошкент вилояти Бўстонлик туманида жойлашган «JUNIOR BUSINESS-TRADE» заводининг, ГОСТ 32496-13 ва ГОСТ 9758-86 талабларини қониқтирадиган, керамзит шағалидан фойдаланилди.

Тадқиқотларда “Ўзкимёсаноят” ДАК Тошкент кимё технология илмий-тадқиқот институтида акад. А.Т. Джалилов, к.ф.д. М.У. Каримовлар томонидан синтезлаштирилган, ГОСТ 30459-2008 талабларига жавоб берувчи КДж-3, КДж-3МБ комплекс кимёвий қўшимчалар қўлланилди.

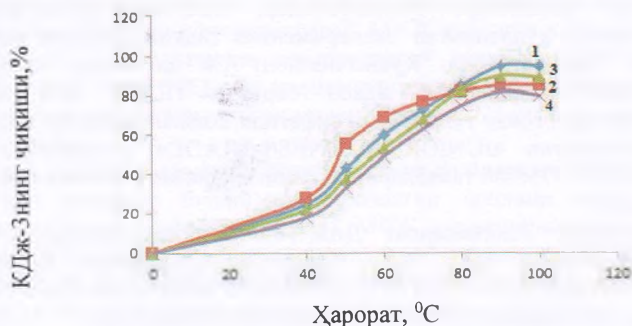
Диссертация ишининг мақсади ва вазифаларидан келиб чикиб, тадқиқот методлари асосланган ҳолда танланди. Экспериментал тадқиқотларда стандартлаштирилган физик-кимёвий методлар билан бир қаторда физик-кимёвий таҳлил методларидан, хусусан, керамзитбетонларнинг структурасини ўрганишда ИҚ- спектроскопик, рентген фаза таҳлиллари, дифференциал термик таҳлиллар ва электрон-микроскопик таҳлилдан фойдаланилди. Бундан ташқари, тадқиқот ишларида керамзитбетон таркибларини мақбуллаштириш учун экспериментларни режалаштиришнинг математик методидан ҳам фойдаланилди.

Диссертациянинг учинчи **“Комплекс кимёвий қўшимчалар билан керамзитбетонни модификациялаш”** бобида комплекс кимёвий қўшимчалар билан керамзитбетон таркибини модификациялашнинг илмий

асослари, комплекс кимёвий қўшимчани синтези, керамзитбетон таркибини танлаш, комплекс кимёвий модификацияланган керамзитбетон таркибини танлашнинг математик модели, керамзитбетон қоришмасининг реологик хоссаларига комплекс кимёвий қўшимчаларни таъсири, комплекс кимёвий қўшимчалар қўшилган керамзитбетон таркибини оптималлаштириш бўйича бажарилган экспериментал тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Тадқиқотларимизда маҳаллий ҳом ашёлар асосида олинган КДж-3 комплекс кимёвий қўшимчасидан фойдаланилди. Ароматик тизимларни ўз ичига олмайдиган қўшимчалар, аксарият ҳолларда, нисбатан паст пластиклаштириш хусусиятига эга. Шу сабабли уни синтез қилишда молекуласида -  $\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  ва бошқа функционал гуруҳлар мавжуд бўлган гидролизланган полиакрилонитрил, натрий сульфит ва формалин ишлатилди. Қўшимча таркибидаги функционал гуруҳлар мавжудлиги муҳим аҳамиятга эга бўлиб, улар қўшимчани сувда эрувчанлигини таъминлайди ҳамда адсорбция пайтида сирт билан таъсирланувчанлигини оширади.

КДж-3 комплекс қўшимчасини олиш жараёнида ҳарорат алоҳида рол ўйнайди. Шу сабабли, тўртта таркибли комплекс қўшимчанинг ҳосил бўлиш жараёнига (полиакрилонитрил: натрий сульфит: формалин) ҳароратни таъсири ўрганилди. Қуйидаги 1-расмда КДж-3 комплекс қўшимчанинг ҳосил бўлиш реакциясига ҳароратига боғлиқлиги кўрсатилган.



1 – расм. КДж-3 комплекс қўшимчасининг ҳосил бўлиш миқдорининг ҳароратга боғлиқлиги.

Гидролизланган полиакрилонитрил, сульфит натрия ва формалиннинг молякуляр нисбати 1-1:1:1; 2-1:1:2; 3-1:2:1; 4-2:1:1. 1-расмдан кўриниб турибдики, КДж-3 комплекс қўшимчасини олишда таркибий қисмларнинг оптимал нисбати 1: 1: 1 бўлиб, энг макбул ҳарорат эса 90 °C дир. Бундай шароитда комплекс қўшимчанинг чиқиши 95% ни ташкил қилади. Энг юқори миқдор дастлабки маҳсулотларнинг нисбати 2: 1: 1 ва 1: 2: 1 бўлганида олинади, аммо ҳосил бўлган комплекс қўшимчаларнинг пластиклаштириш самараси (ёки сифати) паст бўлади. Шундан келиб чиққан ҳолда КДж-3 комплекс қўшимчасини олиш учун оптимал ҳарорат 90°C танланди.

Портландцемент, керамзит куми ва керамзит шағалининг миқдорларини керамзитбетон мустаҳкамлигига таъсири математик режалаштириш усули билан ўрганилди. Тадқиқотда Бокса-Бенкиннинг иккинчи даражали уч факторли режасидан фойдаланилди ва учинчи даражали регрессия тенгламаси топилди.

Қуйидаги факторлар ўзгартириб турилди:

$X_1$  -  $1\text{ м}^3$  бетон қоришмасига сарфланган портландцемент миқдори, кг;

$X_2$  -  $1\text{ м}^3$  бетон қоришмасига сарфланган керамзит миқдори, кг;

$X_3$  -  $1\text{ м}^3$  бетон қоришмасига сарфланган керамзит куми миқдори, кг;

Факторларни ўзгариш чегаралари I-жадвалда келтирилган

I-жадвал

Факторларни ўзгариш чегаралари

Факторлар	Ўзгаришчегаралари			Ўзгартириш интервали
	+1	0	-1	
$X_1$	375	325	275	50
$X_2$	450	375	300	75
$X_3$	500	450	400	50

Оптималлаштириш жараёни қуйидаги тенглама сифатида ифодаланилади:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 - a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3 + a_{1,1}x_1^2 + a_{2,2}x_2^2 - a_{3,3}x_3^2 \quad (1.)$$

Оптималлаштириш экспериментни тўла факторли ортогональ режа бўйича бажарилгани сабабли, таҳлил қилинаётган факторларни керамзитбетоннинг мустаҳкамлигига таъсири иккинчи даражали полином кўринишида тасаввур қилиш мумкин.

Керамзитбетон мустаҳкамлигининг модели қуйидагича бўлади:

$$Y = 8,6 - 0,45X_1 + 0,52X_2 + 0,49X_3 - 0,61X_1^2 - 0,63X_1X_2 - 0,12X_1X_3 - 0,31X_2^2 + 0,15X_2X_3 + 0,5X_3^2 \quad (2)$$

бу ерда,  $Y = R_{28 \text{ сут}}$  – бетон қоришмаларининг 28 кун котгандан кейинги сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси, МПа.

Тенгламадан талаб қилинадиган мустаҳкамликка қабул қилинган факторларни кенг миқёсда ўзгартириш орқали эришиш мумкинлигини кўриш мумкин.

Олинган қонуниятлар асосида, оптимал таркиб ва хоссали қоришма олиш учун минимал миқдорда цемент сарфланадиган модель яратилди. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида синфи В10 бўлган  $1\text{ м}^3$  керамзитбетон учун 353 кг портландцемент, 407 кг 0-5 мм фракциядаги керамзит куми ва 446 кг 5-10 мм фракцияли керамзит шағали, бетон қоришмасига сарфланиши мумкинлигини кўрсатди.

Маълумки, суперпластикаторлар цемент системаларининг сувга бўлган талабчанлигини камайтириши ҳамда бетон қоримасининг мустаҳкамлигини ошириши керак. Комплекс кимёвий қўшимчаларни портландцемент ва у асосда тайёрланган керамзитбетоннинг сувга талабчанлиги ва қотиш кинетикасига таъсирини ўрганиш мақсадида назарий ва амалий тадқиқотлар ўтказилди.

КДж-3 ва КДж-3МБ маркадаги комплекс кимёвий қўшимчаларни “Қувасойцемент” АЖ томонидан ишлаб чиқарилган портландцементнинг сувга талабчанлиги таъсири текширилди. Тадқиқот натижалари 2-жадвалда берилган. КДж-3МБ қўшимчаси 5% гача қўшилганда цемент хамирининг нормал қуйиқлиги ўзгармади. Шу сабабдан, унинг 10% микдордаги сувга талабчанлиги ўрганилди.

2-жадвал

Комплекс кимёвий қўшимчаларни цементнинг сув талабчанлигига таъсири

Қўшимча маркаси	Цемент хамирининг сувга талабчанлигини камайиши, %					
	Қўшимчани микдори, цемент массасига нисбатан %да					
	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
КДж-3	10,0	18,5	25,0	28,5	30,0	31,0
КДж-3МБ	Қўшимчани микдори, цемент массасига нисбатан %да					
	1	3	6	9	12	15
	5,0	12,5	21,3	25,1	26,9	28,7

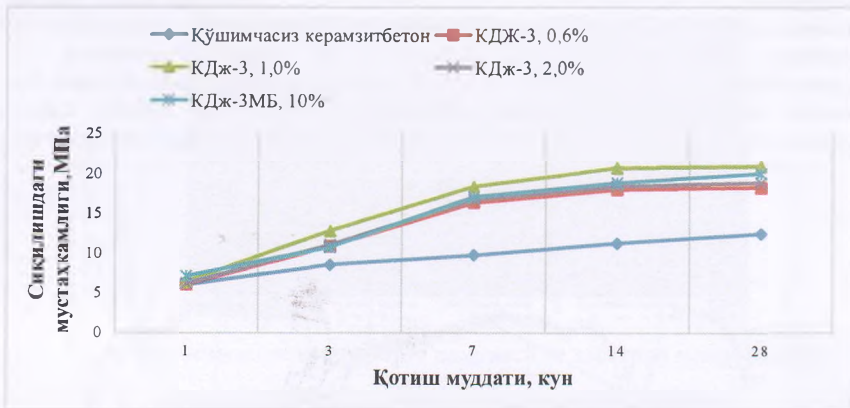
2-жадвалда келтирилган натижалардан кўриниб турибдики, иккала кимёвий қўшимчалар ҳам цемент хамирининг сув талабчанлигини камайиштиришга имкон беради. Бунда КДж-3нинг таъсири КДж-3МБ қўшимчасидан бирмунча юқори кўрсаткичга эга. Шу билан бирга, КДж-3 нинг кимёвий қўшимчалар микдорининг 1% дан ошиши иқтисодий жиҳатдан самарасиз ҳисобланиб, конструкцияни таннархини ошишига олиб келиши мумкин.

ТАҚИ ва ФарПиларнинг “Қурилиш материаллари” лабораториясида комплекс полимер-минерал қўшимчалар қўшилган керамзитбетонлар таркибларини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари маҳаллий хомашёлар асосида комплекс полимер – минераллардан олинган КДж-3 ва КДж-3МБ маркалардаги қўшимчалар энг яхши эксплуатацион хоссаларга эга эканлигини кўрсатди.

Ўтказилган тадқиқотларнинг таҳлиллари комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг мустаҳкамлиги барча қотиш муддатларида, назорат таркибларига нисбатан ошганлиги, сувга талабчанлиги эса камайганлиги кўрсатди. Бунда 1,0% ли КДж-3 қўшимчали керамзитбетоннинг мустаҳкамлиги 0,6, 2,0% ли КДж-3 комплекс кимёвий қўшимчали керамзитбетонларниқига қараганда сезиларли даражада юқори эканлиги аниқланди.

В10 синфли керамзитбетоннинг мустаҳкамлигининг КДж-3 ва КДж-3 МБ комплекс кимёвий қўшимчаларини миқдорига боғлиқлиги.

т/р	Цемент массасига нисбатан КДж-3,%	Керамзитбетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлик, (МПа)				
		Кунлар				
		1	3	7	14	28
1	Қўшимчасиз назорат намунаси	6,1	8,6	9,8	11,3	12,5
2	0,6	6,2	10,9	16,4	18,1	18,3
3	1,0	6,5	12,8	18,4	20,7	20,9
4	2,0	6,3	11,1	16,8	18,5	18,9
6	КДж-3МБ, 10 %	7,2	10,8	17,1	18,9	20



2 – расм. Керамзитбетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлигига КДж-3 ва КДж-3МБ комплекс кимёвий қўшимчаларини таъсири.

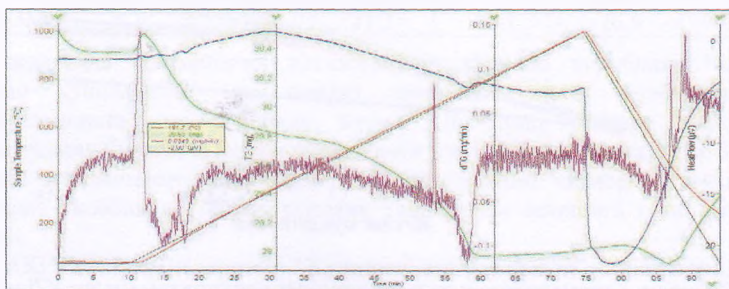
КДж-3МБ комплекс кимёвий қўшимчаси, керамзитбетон қоришмаси қотишини 7 кунгача муддатда секинлашганини кўриш мумкин. Ушбу ҳолатни керамзитбетон қоришмасига қўшилган КДж-3МБ комплекс кимёвий қўшимчаси миқдорини кўплиги билан изохлаш мумкин. Белгиланган миқдордан кам қўшилганда, қоришма қуюқлашиб, сувга талабчанлиги ошиши кузатилди.

Диссертациянинг тўртинчи “Комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг асосий хусусиятлари” бобида комплекс кимёвий қўшимча КДж-3 билан модификацияланган керамзитбетон таркибини физик-кимёвий таҳлили, термогравиметрик таҳлил, электрон микроскоп (ЭМ) анализ таҳлили, керамзитбетоннинг иссиқлик ўтказувчанлиги, ғовак тўлдирувчининг иссиқлик ўтказувчанлиги, ғовак тўлдирувчининг иссиқлик ўтказувчанлиги ва ғовак структураси ўртасидаги

боғлиқлик, керамзитбетоннинг иссиқлик ўтказувчанлигига комплекс кимёвий қўшимча КДж-3ни таъсири, керамзитбетоннинг совуқка чидамлилиқ таъсирини аниқлаш бўйича бажарилган экспериментал-ҳисобий тадқиқот ишларининг натижалари келтирилган.

Физик-кимёвий таҳлил усуллари комплекс кимёвий қўшимчалар таъсирида керамзитбетоннинг микроструктурасини ва унинг ўзгариш жараёнларини, масалан, гидратация, кристалланиш ва бошқаларни ўрганишга имкон беради. Керамзитбетонни тузилишини ўрганиш учун инфрақизил спектроскопия, рентген фаза таҳлиллари термогравиметрик таҳлил ва электрон микроскопия усулларидан фойдаланилди.

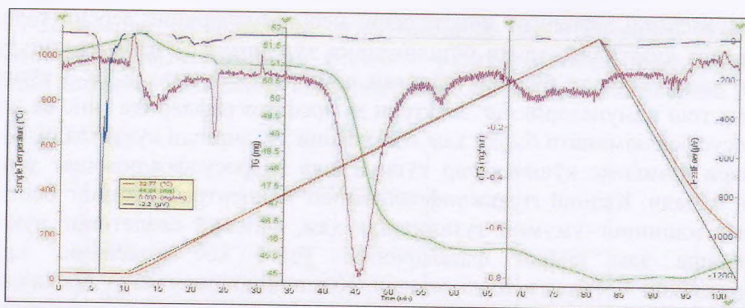
Қўшимчасиз керамзитбетон динамик термогравиметрик анализ эгри чизиги (ДТГА) (2-эгри чизик) таҳлили шуни кўрсатадики, ДТГА эгри чизигида куйидаги эндозффеқтлар кузатилган: 1. 100-200 °С интервалидаги эндозффеқтлар асосан гидратация жараёнига иштирок этмаган эркин сув ва кимёвий боғланган сувнинг ажралишини кўрсатади. 2. 750-850 °С интервалидаги эндозффеқтлар асосан цемент гидратациясида ҳосил бўлган минералларнинг парчаланашини кўрсатади. Қўшимчасиз керамзитбетон динамик термогравиметрик анализ таҳлиллар шуни кўрсатадики, 1-парчаланадиган ораликда интенсив парчланиш жараёни содир бўлади. Бу жараён давомида умумий масса йўқотилиши 3,387% ни ташкил этади. Қўшимчасиз керамзитбетон термогравиметрик таҳлили 3-расмда келтирилган.



3- расм. Қўшимчасиз керамзитбетон термогравиметрик таҳлили.

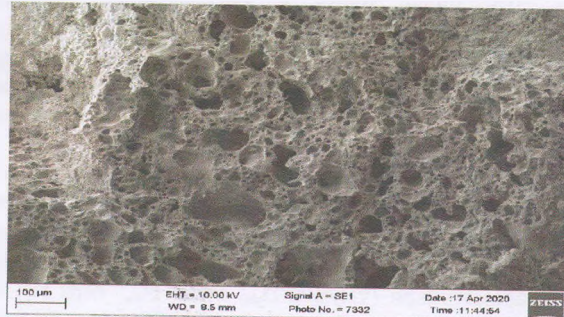
1-Харорат эгри чизиги; 2- динамик термогравиметрик таҳлил эгри чизиги (ДТГА); 3- динамик термогравиметрик таҳлил эгри чизиги. (ДТГП); 4- дифференциал термик таҳлил эгри чизиги (ДТТ):

КДж-3 қўшимчаси 1,0% қўшилган керамзитбетон динамик термогравиметрик анализ эгри чизиги ДТГА эгри чизигида куйидаги эндозффеқтлар кузатилган: 100-200 С интервалидаги эндозффеқтлар асосан гидратация жараёнига иштирок этмаган эркин сув ва кимёвий боғланган сувнинг ажралишини кўрсатади. КДж-3 қўшимчаси 1,0% қўшилган керамзитбетон динамик термогравиметрик анализ таҳлиллар шуни кўрсатадики, 1-парчаланадиган ораликда интенсив парчланиш жараёни содир бўлади. Бу жараён давомида умумий масса йўқотилиши 3,370% ни ташкил этади Комплекс кимёвий қўшимча КДж-3 1,0% қўшилган керамзитбетон термогравиметрик таҳлили 4-расмда келтирилган.

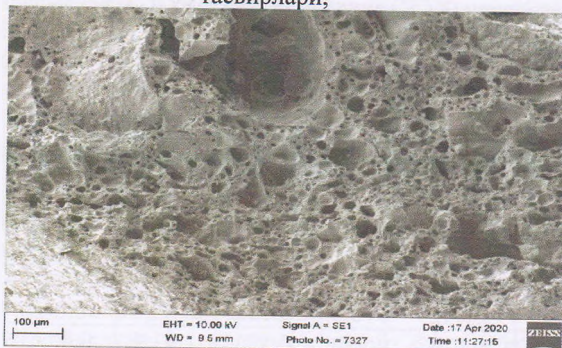


4-расм. Комплекс кимёвий кўшимча КДж-3 1,0 % керамзитбетон термогравиметрик тахлили.

1-Харорат эгри чизиғи; 2- динамик термогравиметрик тахлил эгри чизиғи (ДТГА); 3- динамик термогравиметрик тахлил эгри чизиғи. (ДТГП); 4- дифференциал термик тахлил эгри чизиғи (ДТТ):



а)Кўшимчасиз керамзитбетон намунасини электрон микроскопик тасвирлари;



б) КДж-3 цемент массасига нисбатан 1,0% кўшилган керамзитбетон намунасини электрон микроскопик тасвирлари;

5-расм. Керамзитбетон намунасини электрон микроскопик тасвирлари.

Игнасимон эттрингит кристаллари неоплазмаларнинг асосий гелсимон массасида кузатилиб, эркин бўшлиқларни тўлдиради. Эттрингитнинг ўсиши эркин ҳажмда ҳосил бўлади. Олинган комплекс қўшимча КДж-3 қўшилган цемент тош намуналарининг электрон микрофотографларида гипс ва калций гидросулфоалюминати билан ҳам ғовакларни тўлдириши кузатилади. Бундан ташқари комплекс қўшимчалар қўшилганда гидросулфоалюминат микдори устун бўлади. Калций гидросулфоалюминат концентрациясининг ошиши ва цемент тошининг умумий тузилишида ҳам, фазовий скелетнинг нуксонли жойларида ҳам гидрат фазаларининг ўзига хос юзасининг ортиши материалнинг қотишига олиб келади. Қотишининг дастлабки босқичларида портландцементли композициялар структурасини ихчамлаштириш ва мустаҳкамлаш комплекс қўшимчалар қўшилганда гипс ва калций гидросулфоалюминатнинг ҳам ҳажми ортиб кристалланади.

Энергия самарадор бинолар барпо этишда керамзитбетоннинг асосий хусусияти унинг зичлиги кичиклиги ва кам иссиқлик ўтказувчанлиги ҳисобланади. Шу билан бирга у зилзилабардош биноларни қуришда фойдаланиладиган конструкциялар учун муҳим бўлган юқори мустаҳкамлик ва умрбоқийлик таъминланиши керак. Бундай хусусиятга эга бўлган керамзитбетон олишнинг энг самарали усули уни комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификациялашдир. Мазкур қўшимчалар бетон ғовакчилигини оширишга ҳамда ғовак структурасини яхшилашга имкон яратади.

Комплекс кимёвий қўшимчаларнинг керамзитбетоннинг ғовак структураси параметрлари ва иссиқлик ўтказувчанлигига таъсирини аниқлаш учун 10x10x10 см ва 15x15x2,0 см ўлчамлардаги намуналар тайёрланган.

Намуналар 28 кун нормал шароитда қотгандан сўнг, уларнинг ғовак структураси параметрлари (умумий  $P_{\text{ум}}$ , очик  $P_{\text{оч}}$ , берк  $P_{\text{б}}$  ғовакдорликлар, ғоваклар ўртача ўлчамлари  $\lambda$  ва ўртача ўлчамлари бўйича бир хиллик кўрсаткичлари  $\alpha$ ), сув шимувчанлиги ( $W$ ), ўртача зичлиги ( $\rho$ ) конструктив сифат кўрсаткичлари (КСК) аниқланди. 15x15x2,0 см ўлчамлардаги намуналар «ИТС-1» марказида қурилмада синалиб иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари ( $\lambda$ ) аниқланди. Синов натижалари ва улар асосида қурилган графиклар 4-жадвал ва 6,7-расмларда берилган.

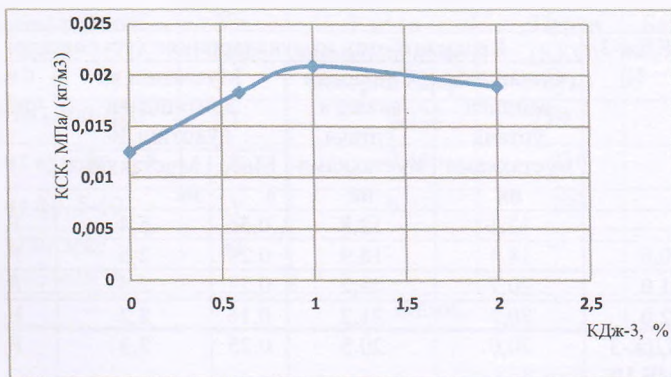
4-жадвал

Керамзитбетон намуналарининг ғовак структураси параметрлари ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари

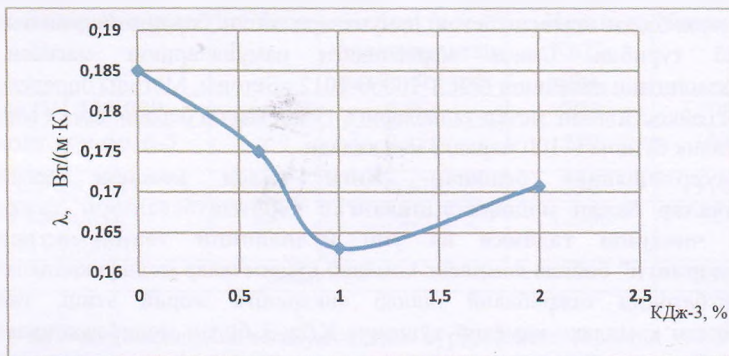
КДж-3, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	КСК, МПа/ (кг/м <sup>3</sup> )	W, %	$\lambda$ , Вт/(м К)	Ғовак структураси параметрлари				
					$P_{\text{ум}}$ , %	$P_{\text{оч}}$ , %	$P_{\text{б}}$ , %	$\lambda$	$\alpha$
0	1,21	0,0125	10,0	0.1850	40,4	10,0	30,4	1,8	0,02
0,6	1,19	0,0183	9,8	0.1764	41,4	9,8	32,2	1,75	0,08
1,0	1,15	0,0209	10,1	0.1630	43,3	10,1	33,2	2,45	0,05
2,0	1,15	0,0189	11,8	0.1707	43,3	11,8	31,5	2,95	0,12
КДж-3 МБ, 10%	1,18	0,0166	11,1	0.1752	41,9	11,1	30,8	2,00	0,24



6,7-расмларда тасвирланган эгри чизиклар ва 4-жадвалда берилган маълумотлар керамзитбетоннинг иссиқлик ўтказувчанлиги қийматларининг ўзгариши комплекс кимёвий қўшимчага боғлиқлигидан далолат беради.



6-расм. Керамзитбетоннинг конструктив сифат коэффиценти (КСК)га КДж-3 қўшимчасини таъсири.



7-расм. Керамзитбетоннинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицент ( $\lambda$ )га КДж-3 қўшимчасини таъсири.

Ушбу боғлиқлик қўшимчани миқдорига билвосита боғлиқ бўлиб, унинг миқдорини ошири керамзитбетоннинг зичлигини камайтириш ва ғовак структурасини яхшилаш орқали керамзитбетоннинг иссиқлик ўтказувчанлиги пасайишига имкон яратади.

Қурилиш материаллари, шу жумладан цемент бетонларининг сифатини белгилайдиган кўрсаткичлар орасида уларнинг совуққа чидамлилиги алоҳида аҳамиятга эга.

Тадқиқотларимиз қўшимчасиз ва КДж-3 қўшимчаси 0,6; 1,0 ва 2,0 %, ҳамда КДж-3МБ 10% қўшилган 10x10x10см керамзитбетон намуналарининг

совуқка чидамлилиги аниқлаш бўйича олиб борилди.

5– жадвал

Комплекс кимёвий қўшимчали керамзитбетон намуналарини совуқка чидамликка синаш натижалари

Тарки б рақам и	КДж-3 %	Керамзитбетон намуналарининг хусусиятлари				Совуқка чидамлил ик
		Синашдан кейинги ўртача мустаҳкамл ик	Синашдан аввалги ўртача мустаҳкамл ик	Музлатиш ва эритишдаги йўқотиш,%		
				Масс а	Мустаҳкамл ик	
1	-	12.1	12.8	0,56	5,4	F <sub>1</sub> 100
2	0.6	18.4	18.9	0.29	2,6	F <sub>1</sub> 100
3	1.0	20,7	21,2	0,22	2,5	F <sub>1</sub> 100
4	2.0	20.7	21,2	0.16	2,2	F <sub>1</sub> 100
5	КДж-3 МБ,10 %	20,0	20.5	0.25	2,3	F <sub>1</sub> 100

5-жадвал маълумотларидан 30 марта музлатиш ва эритиш циклларига барча таркибдаги керамзитбетон намуналари яхши бардош берганликлари кўриниб турибди. Синов жараёнидаги намуналарнинг массаси ва мустаҳкамлигини пасайиши ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости»нинг меъёр талабларига тўлиқ жавоб беради ҳамда совуқка чидамлик бўйича F<sub>1</sub>100 маркага мос келади.

Диссертациянинг бешинчи “Янги авлод комплекс кимёвий қўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетоннинг тажриба-ишлаб чиқариш тадбири ва уни қўллашнинг техник-иктисодий самарадорлиги” ботида комплекс кимёвий қўшимчалар модификацияланган керамзитбетонни тажрибавий ишлаб чиқаришга жорий этиш, таклиф қилинаётган комплекс кимёвий қўшимча КДж-3 билан модификацияланган керамзитбетонни қўллашнинг техник-иктисодий самарадорлиги натижалари келтирилган.

«Fergana vibropress tensil» МЧЖда В10 синфли керамзитбетон ишлаб чиқариш учун КДж-3 комплекс кимёвий қўшимча қўшиш билан керамзитбетоннинг таркиби ишлаб чиқилди. КДж-3 комплекс кимёвий қўшимчасини қўллаш цемент сарфини 18-25% га қисқартириш имконини берди. Завод шароитларида керамзитбетонни ишлаб чиқаришда қўлланадиган материалларнинг таркиби ва бу материалларнинг таннархларини ҳисоблаш натижалари 6-жадвалда келтирилган бўлса, тадбир этишга таклиф этилаётган керамзитбетониники эса 7-жадвалда келтирилган.

6-жадвал

В10 синфли 1 м<sup>3</sup> керамзитбетонга завод шароитларида қўлланадиган материалларнинг сарфи ва таннархлари

Материалларнинг номи	Ўл. бирл.	1 м <sup>3</sup> га ишлатиладиган меъёрий сарф	Нархи (ҚҚС), сўм.	Баҳоси, сўм.
Цемент ПЦ 400 Д20	т	0,322	790	254380
Керамзит кум фр. 0-5	т	0,456	230	104 880
Керамзит фр. 5-10	т	0,373	296	110 408
КДж-3 комплекс кимёвий қўшимча	кг	-	-	-
Жами:				469668

7-жадвал

Тадбиқ этилишга таклиф этилаётган В10 синфли 1 м<sup>3</sup> керамзитбетонга қўлланадиган метериалларнинг сарфи ва таннархи

Материалларнинг номи	Ўл. бирл.	1 м <sup>3</sup> га ишлатиладиган меъёрий сарф	Нархи (ҚҚС), сўм.	Баҳоси, сўм.
Цемент ПЦ 400 Д20	т	0,264	790	208560
Керамзит кум фр. 0-5	т	0,456	230	104 880
Керамзит фр. 5-10	т	0,373	296	110 408
КДж-3 комплекс кимёвий қўшимча	кг	2,6	12000	31 200
Жами:				455 048

6 ва 7-жадваллардаги маълумотларга кўра, цемент сарфини камайтириш эвазига 1 м<sup>3</sup> керамзитбетон бўйича эришилган иктисодий самара 14 620 сўмни ташкил этди.

КДж-3 комплекс кимёвий қўшимча ишлаб чиқариш текширувдан муваффақиятли ўтди. Керамзитбетоннинг умрбоқийлигини ошириш учун комплекс кимёвий қўшимчаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

## ХУЛОСА

1. Эластиклик модули, зичлиги, мустаҳкамлиги ва бошқа хусусиятларнинг баҳолаш учун ишлаб чиқилган математик моделлар асосан пластификаторлар билан модификацияланмаган бетон қоришмаларига тегишли бўлиб, энгил тўлдирувчилар асосида олинган юқори сурилувчан бетон қоришмалари хусусиятларини баҳолашда қўллаб бўлмайди. Бетон ва

бетон коришмасининг сифатини яхшилаш, уларга ўзига хос хусусиятлар бериш, қурилиш жараёнининг нархини камайтириш мақсадида турли хил маҳаллий хомашёлар асосида синтез килинган комплекс кимёвий кўшимчалардан фойдаланилади.

2. Материалларнинг хусусиятларини ўрганишнинг стандарт усуллари ёрдамида тизимни тадқиқ қилиш, кўшимчалар билан модификацияланган керамзитбетонни ҳақиқий хусусиятларини топиш имконини берди. Комплекс кўшимчалар билан модификацияланган цемент композициялари ва керамзитбетонни кимёвий таркиби ҳамда тузилиш структурасини тадқиқ қилишда дифференциал-термик, инфракизил-спектроскопик ва электрон микроскопик сингари замонавий усуллардан фойдаланилди.

3. КДж-3 комплекс кимёвий кўшимчасини олишда таркибий қисмларнинг оптимал нисбати 1:1:1 (полиакрилонитрил: натрий сульфит: формалин) бўлиб, энг макбул ҳарорат эса 90°C дир. Бундай шароитда комплекс кўшимчанинг чиқиши 95% ни ташкил қилади.

4. КДж-3 комплекс кимёвий кўшимчаси цемент хамирининг қуюқланиш жараёнининг бошланишида унинг давомийлигини бирмунча кискартириб, сувга талабчанлигини 15-20% га камайиштириши аниқланди.

5. Керамзитбетоннинг физик-механик хоссаларига кўрсатиладиган энг яхши КДж-3 комплекс кимёвий кўшимчасини портландцемент массасига нисбатан 1,0% миқдорда кўшишга эришилди.

6. Цементли композициялар ва физик-кимёвий анализ усулларининг ҳосил бўлиш структурасини ўрганишда олинган комплекс кўшимчалар оз миқдорда кўшилганда бетон маҳсулотларининг мустаҳкамлиги ва мустаҳкамлигини таъминловчи цемент композицияларида минераллар ҳосил бўлиши аниқланди.

7. Енгил бетоннинг иссиқлик ўтказувчанлиги ғовак тўлдирувчи турига, енгил бетоннинг ғоваклилигига, бетоннинг қатламлари бўйича иссиқлик окимининг йўналишига, иссиқлик узатиладиган вақтдаги ўртача ҳароратга, бетоннинг ўртача зичлиги ва намлигига боғлиқ. Майда, берк ва бир хил ўлчамдаги ғовақлар материалнинг иссиқлик ўтказувчанлигининг пасайишига ва иссиқдан химоялаш хусусиятларининг ошишига олиб келади.

8. «Fergana vibropress tensil» МЧЖ ҚҚда КДж-3 комплекс кўшимчаси темирбетон буюмларини ишлаб чиқариш соҳасида уларни юқори мустаҳкамликка эга бўлган ҳолатда тайёрлашда боғловчини тежаш имконини берувчи керамзитбетоннинг таркиби ишлаб чиқилди. Шу билан бирга, кўшимчаларсиз керамзитбетон ишлаб чиқариш билан солиштирганда цемент тежалиши 18,01% (14 620 сўм/м<sup>3</sup>)ни ташкил этди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.26/30.12.2019. Т. 11.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**МИРЗАЕВ БАХОДИР КУЗИБОВЕВИЧ**

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КЕРАМЗИТОБЕТОНА С  
КОМПЛЕКСНЫМИ ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ  
НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ**

**05.09.05 – Строительные материалы и изделия**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент-2020 год

**Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2019.3.PhD/T1367**

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Научный руководитель:** **Самигов Нигматджан Абдурахимович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Хасанов Бахридин Баратович**  
доктор технических наук, профессор

**Турғунбоев Уринбек Жамолович**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:** **Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «15» декабря 2020 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc 26/30.12.2019.Т.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте, (Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Абдулла Қодирий, дом №7в. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирован за № 46) (Адрес: 100084, г.Ташкент, улица Малая кольцевая дорога, дом № 7. Тел.: (71) 235-43-40; факс: (998 71) 234-15-11), e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «30» ноября 2020 года.  
(Реестр протокола рассылка № 10 от «14» ноября 2020 года)



**Х.А. Акрамов**  
Заместитель председателя научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Х.Х.Камилов**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**С.А. Ходжаев**  
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Стремительное развитие мировой строительной индустрии и рост цен на топливо и энергоносители приводят к необходимости создания и внедрения ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов и изделий. В связи с этим использование новых видов экологически чистых материалов в области строительных материалов, эффективное использование энергосберегающих технологий, совершенствование новых строительных материалов и их существующих технологий, тем самым улучшая физико-механические и физико-химические свойства бетона и бетонных смесей. В связи с этим особое внимание уделяется созданию составов бетонов и бетонных смесей, энергосберегающих технологий их производства с химическими добавками на основе местного сырья.

Во всем мире ведутся научно-исследовательские работы по улучшению свойств бетона и бетонных смесей. В связи с этим проводятся множество исследований, направленные на выбор легких заполнителей для производства высококачественного легкого бетона, управление формированием структуры в твердеющем цементном камне с использованием химических и минеральных добавок, оптимизацию состава легкого бетона, улучшение контактной зоны между заполнителем и минеральным вяжущим. В связи с этим имеет особое значение изучение физико-технических свойств легких бетонов, снижение расхода минеральных вяжущих с использованием местного сырья и вторичных ресурсов при их производстве, разработка энергосберегающих технологий.

В Республике осуществляется ряд мероприятий по развитию строительной индустрии, модернизации производства строительных материалов, эффективного использования местного и вторичного сырья в производстве строительных материалов, также за последние годы достигнуты определенные результаты по увеличению объема производства строительных материалов. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы предусматривается "...повышение конкурентноспособности национальной экономики, ...сокращение в экономике энергетических и материальных расходов, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий".<sup>2</sup> и т.д. Одним из важнейших задач в данной сфере является совершенствование технологии производства качественных конструкций и изделий путем использования комплексных полимерно-минеральных химических добавок, полученных на основе местного сырья при производстве легкого бетона и железобетона.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017г. "О Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан".

выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 9 августа 2017 года №ПП-3190 «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения на территории Республики Узбекистан» и Постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 сентября 2016 года № ПП-2615 «О программе мер по дальнейшему развитию строительной индустрии на 2016-2020 годы», а так же других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.** Диссертация выполнена в соответствии с приоритетным направлением программы научных исследований развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** Научные основы использования химических добавок с целью модификации цементных бетонов в мировом опыте были разработаны такими зарубежными учеными как Ю.М. Баженов, В.Г. Батраков, Л.И. Дворкин, Б.С. Изотов, В.И. Калашников, С.С. Каприелов, В.С. Рамачандран, В.С. Ратинов, В.В. Стольников, Б.Д. Тринкер, А.Б. Ушеров-Маршак, Н.А. Никифоров, Л.И. Касторных, Б.А. Усов, Л.А. Урханова, В.И. Лихотыко и др., которые внесли огромный вклад в исследования данной отрасли.

Отечественные ученые как А.Т. Джалилов, А.Б. Ашрабов, Э.У. Касимов, Н.А. Самигов, А.А. Тохиров, А.А. Тулаганов, А.И. Адилхуджаев, Б.А. Аскарлов, С.А. Ходжаев, Н. Аббасонов, М.У. Каримов, З.М. Сатторов и другие в течении многих лет ведут исследования в области улучшения структуры и свойств бетона использованием химических добавок и вносят огромный вклад в изучение химических материалов, были достигнуты определенные достижения и важные научные результаты.

Анализ ранних исследований показывает, что такие проблемы как разработка состава легких бетонов с использованием химических добавок, с целью повышения прочности легкого бетона оптимизация его свойств за счет использования комплексных химических добавок на основе местного сырья, снижение затрат на строительство из легкого бетона были изучены недостаточно и требуют дальнейших исследований.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование проводилось в Ташкентском архитектурно-строительном институте в рамках практического проекта по теме ОТ-Атех-2018-63 «Создание и исследование энерго и ресурсосберегающей технологии теплоизоляционных материалов – легких и



ячеистых бетонов с импортозамещающими комплексными полимер-минеральными добавками нового поколения на основе местного сырья» (2018-2020 г.).

**Целью исследования** является изучение свойств керамзитобетона, модифицированного комплексными полимерно-минеральными добавками нового поколения на основе местного сырья, и разработка энергосберегающей технологии производства.

**Цель исследования** - является изучение свойств керамзитобетона, модифицированного полимерно-минеральными комплексными добавками нового поколения, изготовленных на основе местного сырья и разработка энергосберегающих технологий.

**Задачи исследования:**

провести физико-химический анализ состава керамзитобетона, модифицированного полимерно-минеральными комплексными добавками нового поколения;

оптимизировать состав керамзитобетона с использованием химических добавок нового поколения;

изучить физико-химические свойства и теплопроводимость керамзитобетона, модифицированного комплексными химическими добавками нового поколения;

выполнить опытно-производственную апробацию керамзитобетона, модифицированного комплексными химическими добавками нового поколения в производство.

**Объектом исследования является:** является керамзитобетон, изготовленный с использованием полимерно-минеральных комплексных добавок нового поколения.

**Предметом исследования** является физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры керамзитобетона, изготовленного путем использования комплекса полимерно-минеральных добавок на основе местного сырья.

**Методы исследования.** В процессе проведения исследования используются современные методы физико-химического анализа, инфракрасного спектроскопического, электронно-микроскопического и термогравиметрического анализа, стандартные методы исследования показателей свойства и качества керамзитобетона, методы математического моделирования анализа результатов экспериментов.

**Научная новизна исследования:**

обоснован механизм формирования микроструктуры керамзитобетона с учетом влияния полимерно-минеральной комплексной добавки нового поколения;

установлен механизм действия комплексных химических добавок КДж-3 и КДж-ЗМБ на свойства керамзитобетона;

разработана математическая модель зависимости прочности

керамзитобетона от количества комплексных химических добавок;

усовершенствована энергосберегающая технология производства керамзитобетона с учетом использования комплексных химических добавок марки КДж-3.

#### **Практические результаты исследования:**

Разработан эффективный состав энерго- и ресурсосберегающего керамзитобетона, изготовленного с использованием комплекса химических добавок нового поколения;

Разработана новая технология производства керамзитобетона, изготовленного с использованием комплекса химических добавок.

**Достоверность результатов исследования:** Достоверность результатов исследования обеспечивается комплексным изучением на основе использования современных приборов и стандартных методов при проведении исследования, проведение экспериментов в соответствии с нормами и правилами в области строительства, высоким уровнем точности результатов теоретического и экспериментального исследования и их внедрением в производство.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования состоит из анализа научных теорий изготовления керамзитобетона на основе полимерно-минерального комплекса добавок, их состава и физико-механических, также физико-химических свойств.

Практическая значимость исследования заключается в разработке технологии производства керамзитобетона, модифицированного комплексом химических добавок внедрении в производство.

#### **Внедрение результатов исследования:**

На основе научных результатов по оптимизации свойств и проектирования составов керамзитобетона, изготовленного путем добавления полимерно-минерального комплекса добавок на основе местного сырья:

составы модифицированные комплексными химическими добавками КДж-3 внедрены в строительном предприятии ООО "Fergana vibropress tensil" при производстве пазогребневых стеновых блоков (справка № 05/15-3064 от 29 сентября 2020 года Ассоциации "Узпромстройматериалы"). В результате удалось снизить водопотребность керамзитобетонной смеси на 15-18% и цемента на 18-25%;

составы модифицированные комплексными химическими добавками КДж-3 внедрены в строительном предприятии ООО "Fergana vibropress tensil" при производстве пазогребневых перегородочных блоков (справка № 05/15-3064 от 29 сентября 2020 года Ассоциации "Узпромстройматериалы"). В результате удалось сэкономить 25-30% цемента, используемого для производства керамзитобетона;

составы модифицированные комплексной химической добавкой КДж-3 внедрены на строительном предприятии ООО «Fergana vibropress tensil» в

производстве облицовочных панелей, армированных стеклосеткой, в составе которых применена комплексная химическая добавка КДж-3. (справка Ассоциации «Узпромстройматериалы» от 29 сентября 2020 года № 05 / 15-3064). В результате стало производство облицовочных панелей толщиной 12,5 мм.

**Апробация результатов исследования:** Результаты исследования по теме диссертации обсуждены в 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования:** По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, из них 5 научных статей опубликованы в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), в частности 1 статья опубликована в зарубежном журнале.

**Состав и объем диссертации:** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении диссертационной работы обосновывается актуальность и востребованность выполненных диссертационных исследований, приводятся цели и задачи исследований, объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагается научная новизна исследований и научно-практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований в производство, приводятся сведения об апробации результатов исследований, опубликованных научных трудах по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Состояние проблемы и постановка задач**», даётся аналитический обзор современного состояния научной проблемы. В ней описаны методы получения энергоэффективного легкого бетона на основе пористых заполнителей, проведен анализ опубликованной литературы по результатам научных работ, проведенных отечественными и зарубежными исследователями по удешевлению бетона и химических материалов, улучшению их физико-механических свойств.

Во второй главе диссертации «**Характеристика использованных материалов и методы исследований**» представлены характеристики использованных в научно-исследовательской работе цементов, заполнителей, химических добавок, а также методы экспериментальных исследований. В исследованиях в качестве вяжущего вещества использовали портландцемент ПЦ 400 Д20 (ГОСТ10178-85) ОАО «Кувасойцемент», в качестве пористого заполнителя применяли керамзитовый гравий (ГОСТ 32496-13 и ГОСТ 9758

86) завода JUNIOR BUSINESS-TRADE Бостанлыкского района Ташкентской области. В исследованиях использованы комплексные химические добавки КДж-3, КДж-3МБ соответствующие требованиям ГОСТ 30459-2008, синтезированные ГАК «Узкимёсаноат» при Ташкентском научно-исследовательском химико-технологическом институте, акад. А.Т. Джалиловым, д.т.н. М.У. Каримовым.

Методы исследования были выбраны исходя из целей и задач диссертационной работы. В экспериментальных исследованиях, помимо стандартных методов, использовались современные физико-химические методы анализа. Помимо стандартных физико-химических методов, в экспериментальных исследованиях при изучении структуры керамзитобетона использовались методы физико-химического анализа, в частности, ИК-спектроскопический, термогравиметрический анализ и электронно-микроскопический анализ. Кроме того, в исследовании по оптимизации состава керамзитобетона также использовался математический метод планирования экспериментов.

В третьей главе диссертации **«Модификация керамзитобетона комплексными химическими добавками»** представлены научные основы модификации керамзитобетона комплексными химическими добавками, синтез комплексных химических добавок, подбор состава керамзитобетона, математическая модель состава керамзитобетона модифицированного комплексными химическими добавками, влияние комплексных химических добавок на реологические свойства керамзитобетонной смеси, результаты экспериментальных исследований по оптимизации состава керамзитобетона с добавлением комплексных химических добавок.

В исследованиях использовалась комплексная химическая добавка КДж-3, полученная на основе местного сырья.

Добавки, не содержащие ароматических систем, в большинстве случаев обладают относительно низкой пластичностью. Поэтому при синтезе комплексной химической добавки КДж-3 использовали гидролизированный полиакрилонитрил, сульфит натрия и формалин, которые содержат в своей молекуле  $-SO_3H$ ,  $-NH_2$ ,  $-SOON$ ,  $-ON$  и другие функциональные группы. Наличие в молекуле комплексной добавки полярных функциональных групп имеет важное значение, поскольку присутствие функциональных групп в добавке, обеспечивает растворимость добавки в воде и увеличивает ее поверхностную чувствительность при адсорбции.

В процессе получения комплексной добавки КДж-3 температура играет особую роль. Поэтому было изучено влияние температуры на процесс образования четырех компонентной комплексной добавки (полиакрилонитрил: сульфит натрия: формалин). На рисунке-1 показана зависимость выхода комплексной добавки КДж-3 от температуры реакции.

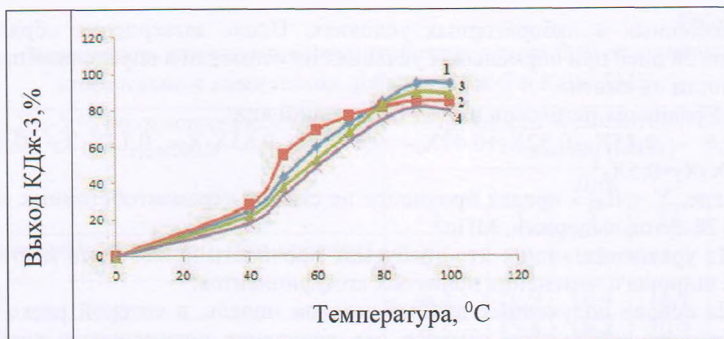


Рисунок 1. Зависимость выхода комплексной добавки КДж-3 от температуры.

Мольное соотношение гидролизованного полиакрилонитрила, сульфита натрия и формалина 1-1:1:1; 2-1:1:2; 3-1:2:1; 4-2:1:1.

Как видно из рисунка 1, оптимальное соотношение компонентов при получении комплексной добавки КДж-3 является 1:1:1, а оптимальная температура 80°C. При этих условиях выход комплексной добавки составляет 95 %. Самый высокий сухой остаток получается при соотношении начальных продуктов 2:1:1 и 1:2:1, но пластифицирующий эффект при этом (или качество) полученных комплексных добавок является низким. Исходя из этого, для получения комплексной добавки КДж-3 была выбрана оптимальная температура 90 °С.

Влияние количества портландцемента, керамзитового песка и керамзитового гравия на прочность керамзитобетона изучалось методом математического планирования эксперимента. В исследовании использовался трехфакторный эксперимент по типу плана Бокса-Бенкина и получены уравнения регрессии 3-го порядка. Варьировались следующие факторы:

$X_1$ - количество портландцемента, израсходованного на 1м<sup>3</sup> бетонной смеси, кг;

$X_2$ -количество керамзита, израсходованного на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, кг;

$X_3$ -количество керамзитового песка израсходованного на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, кг;

Уровни варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Уровни варьирования факторов.

Факторы	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	+1	0	-1	
$X_1$	375	325	275	50
$X_2$	450	375	300	75
$X_3$	500	450	400	50

Эксперименты проводились на образцах размером 10x10x10 см

изготовленных в лабораторных условиях. После затвердения образцов в течение 28 дней при нормальных условиях их испытали и определили пределы прочности на сжатие.

Уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$Y = 8,6 - 0,45X_1 + 0,52X_2 + 0,49X_3 - 0,61X_1^2 - 0,63X_1X_2 - 0,12X_1X_3 - 0,31X_2^2 + 0,15X_2X_3 + 0,5X_3^2$$

где,  $Y = R_{28}$  - предел прочности на сжатие керамзитобетонных смесей после 28 суток выдержки, МПа.

Из уравнения видно, что требуемая прочность может быть достигнута путем широкого изменения принятых коэффициентов.

На основе полученных данных создана модель, в которой расходуется минимальное количество цемента для получения оптимального состава и свойств смеси. Исследование показало, что на  $1\text{ м}^3$  керамзитобетона класса В10 можно использовать 353 кг портландцемента, 407 кг керамзитового песка фракции 0-5 мм и 446 кг керамзитового гравия фракции 5-10 мм.

Известно, что суперпластификаторы должны снижать водопотребность цементных систем и повышать прочность бетона. С целью изучения влияния комплексных химических добавок на водопотребность и кинетику твердения портландцемента и керамзитобетона на его основе были проведены теоретические и практические исследования. Исследовано влияние комплексных химических добавок КДж-3 и КДж-3МБ на водопотребность портландцементного производства ОАО «Куvasойцемент».

Результаты исследования представлены в таблице 2.

Нормальная густота цементного теста не изменилась при добавлении добавки КДж-3МБ до 1%. По этой причине была изучена его водопотребность в количестве 1–15%.

Таблица 2

Влияние комплексных химических добавок на водопотребность цемента

Марка добавки	Снижение водопотребности цементного теста, %					
	Количество добавки, % от массы цемента					
	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
КДж-3	10,0	18,5	25,0	28,5	30,0	31,0
	Количество добавки, % от массы цемента					
	1	3	6	9	12	15
КДж-3МБ	5,0	12,5	21,3	25,1	26,9	28,7

Результаты приведенные в таблице 2 показывают, что обе химические добавки могут снизить водопотребность цементного теста. При этом эффект КДж-3 несколько выше, чем у КДж-3МБ. В тоже время повышение количества химических добавок КДж-3 более чем на 1% считается экономически неэффективным и может привести к удорожанию строительства.

Результаты исследований состава керамзитобетона с добавлением комплексных полимерно-минеральных добавок в лаборатории ТАСИ и ФерПИ показали, что добавки КДж-3 и КДж-3МБ, полученные из комплексных полимерно-минеральных добавок на основе местного сырья, обладают лучшими эксплуатационными свойствами.

Таблица 3

Зависимость прочности керамзитобетона класса В10 от количества комплексных химических добавок КДж-3 и КДж-ЗМБ.

т/р	КДж-3, % по отношению к массе цемента	Прочность керамзитобетона на сжатие, (МПа)				
		Дни				
		1	3	7	14	28
1	Контрольный образец, (без добавки)	6,1	8,6	9,8	11,3	12,5
2	0,6	6,2	10,9	16,4	18,1	18,3
3	1,0	6,5	12,8	18,4	20,7	20,9
4	2,0	6,3	11,1	16,8	18,5	18,9
6	КДж-ЗМБ, 10 %	7,2	10,8	17,1	18,9	20

Анализ проведенных исследований показал, что прочность керамзитобетона, модифицированного комплексными химическими добавками, увеличивалась на протяжении всех периодов твердения по сравнению с контрольными составами, а водопотребность снижалась. Установлено, что прочность керамзитобетона с добавкой 1,0% КДж-3 значительно выше, чем у керамзитобетона с добавкой 0,6, 2,0% КДж-ЗМБ.

Видно, что комплексная химическая добавка КДж-ЗМБ замедляет твердение керамзитобетонной смеси на срок до 7 суток. Данная ситуация объясняется большим количеством комплексной химической добавки



Рисунок 2. Влияние комплексных химических добавок КДж-3 и КДж-ЗМБ на прочность керамзитобетона на сжатие.

КДж-ЗМБ, добавленной в керамзитобетонную смесь. Когда было добавлено меньше указанного количества, смесь загустела и наблюдалось увеличение потребности в воде.

Четвертая глава диссертации «Основные свойства керамзитобетона, модифицированного комплексными химическими добавками» включает физико-химический анализ состава керамзитобетона, модифицированного

комплексной химической добавкой КДж-3, электронный микроскоп (ЭМ) и элементный анализ, теплопроводность керамзита, взаимосвязь теплопроводности пористого заполнителя и пористой структуры, влияние комплексной химической добавки КДж-3 на теплопроводность керамзитобетона, результаты экспериментальных и расчетных исследований по определению влияния морозостойкости керамзитобетона.

Методы физико-химического анализа позволяют изучать микроструктуру керамзитобетона под воздействием сложных химических добавок и процессы его преобразования, такие как гидратация, кристаллизация и др. Для изучения структуры керамзитобетона использовались инфракрасная спектроскопия, термогравиметрический анализ и электронная микроскопия.

Анализ кривой динамического термогравиметрического анализа (ДТГА) (кривая 2) керамзитобетона без добавок показывает, что на кривой ДТГА наблюдались следующие эндо эффекты: 1. Эндоэффекты в диапазоне 100-200 °С в основном показывают разделение свободной воды и химически связанной воды, не участвующей в гидратации. 2. Эндоэффекты в диапазоне 750-850 °С в основном указывают на разложение минералов, образующихся при гидратации цемента. Динамический термогравиметрический анализ керамзитобетона без добавок показывает, что в 1-интервале разложения происходит интенсивный процесс дезинтеграции. Общая потеря массы во время этого процесса составляет 3,387%. Термогравиметрический анализ керамзитобетона без добавок представлена на рисунке 3.

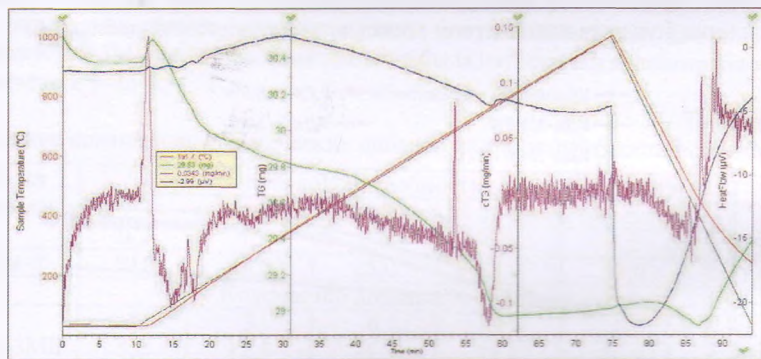


Рисунок 3. Схема получения керамзитобетона без добавок:  
1-температурная кривая; 2 - кривая динамического термогравиметрического анализа (ДТГА); 3- Кривая динамического термогравиметрического анализа (ДТПГ); 4- кривая дифференциального термического анализа (ДТТ):

Следующие эндо эффекты наблюдались на кривой динамического термогравиметрического анализа ДТГА с добавлением 1,0% добавки КДж-3: Эндо эффекты в диапазоне 100-200 °С в основном показывают разделение свободной воды и химически связанной воды, не участвующих в процессе гидратации. Динамический термогравиметрический анализ керамзитобетона с добавкой 1,0% добавки КДж-3 показывает, что в 1-м интервале разложения



происходит интенсивный процесс разложения. Общая потеря массы при этом составляет 3,370%. Термогравиметрический анализ керамзитобетона с добавлением комплексной химической добавки КДж-3 1,0% представлен на рисунке 4.

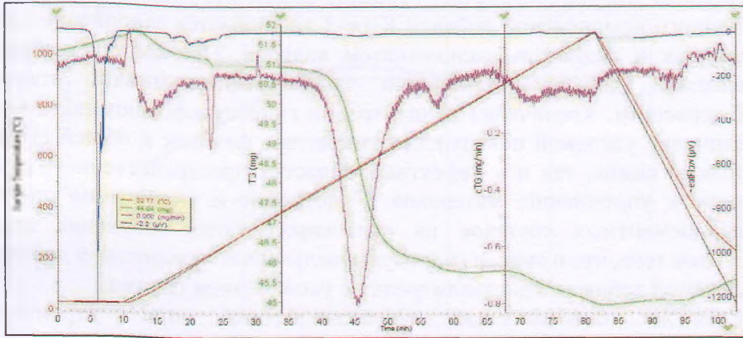
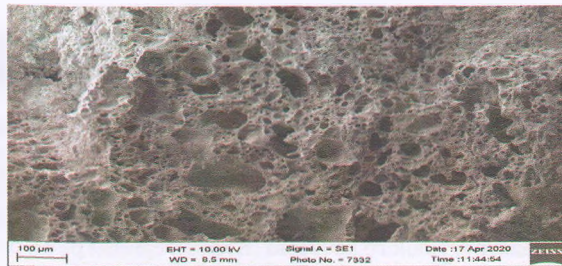
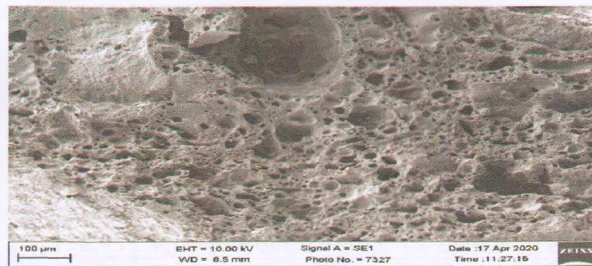


Рисунок 4. Комплексная химическая добавка КДж-3 1.0% термогравиметрический анализ керамзитобетона. 1 - температурная кривая; 2 - кривая динамического термогравиметрического анализа (ДТГА); 3 - кривая динамического термогравиметрического анализа. (ДТГП); 4- кривая дифференциального термического анализа (ДТТ):



а) контрольный без добавок;



б) 1% комплексной добавки КДж-3;

5-рисунок. Электронно-микроскопические снимки образцов керамзитобетона

В основной гелеобразной массе новообразований наблюдаются иглообразные кристаллы этtringита, заполняющие свободные полости. Новообразования этtringита образуются в свободных объемах. На электронных микрофотографиях образцов цементного камня с добавлением полученного комплексной добавки КДж-3 наблюдается заполнение пор, как гипсом, так и гидросульфоалюминатом кальция. Причем при добавлении комплексной добавки количество гидросульфоалюмината становится преобладающим. Увеличение концентрации гидросульфоалюмината кальция и увеличение удельной поверхности гидратных фаз, как в общей структуре цементного камня, так и в дефектных областях пространственного скелета, приводит к упрочнению материала. Уплотнение и упрочнение структуры портландцементных составов на начальных этапах твердения является следствием того, что и гипс, и гидросульфоалюминат кальция, при добавлении комплексной добавки, кристаллизуются с увеличением объема.

Главной особенностью керамзитобетона при строительстве энергоэффективных зданий является его низкая плотность и низкая теплопроводность. В то же время он должен обеспечивать высокую прочность и долговечность, что важно для конструкций, используемых при возведении сейсмостойких зданий. Самый эффективный способ получить керамзитобетон с такими свойствами - модифицировать его комплексными химическими добавками. Эти добавки увеличивают пористость бетона и улучшают пористую структуру.

Для определения влияния комплексных химических добавок на параметры пористой структуры и теплопроводность керамзитобетона изготовлены образцы размерами 10x10x10 см и 15x15x2,0 см.

После 28 дней твердения образцов при нормальных условиях определены их параметры поровой структуры (общее содержание Потк., открытая пористость По, закрытая пористость Пз, средний размер пористости  $\lambda$  и показатель однородности  $\alpha$ ), водопоглощения (W), средняя плотность ( $\rho$ ), коэффициент конструктивного качества (ККК). Образцы размером 15x15x2,0 см испытывались на приборе марки «ИТС-1» и определялась теплопроводность ( $\lambda$ ). Результаты испытаний и графики на их основе приведены в таблице 4 и на рисунках 6 и 7.

Таблица 4

Параметры пористой структуры и теплопроводность образцов  
керамзитобетона

КДж-3, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	КСК, МПа/ (кг/м <sup>3</sup> )	W, %	$\lambda$ , Вт/(м·К)	Параметры пористой структуры				
					П <sub>отк</sub> , %	П <sub>от</sub> , %	П <sub>з</sub> , %	$\lambda$	$\alpha$
0	1,21	0,0125	10,0	0.1850	40,4	10,0	30,4	1,8	0,02
0,6	1,19	0,0183	9,8	0.1764	41,4	9,8	32,2	1,75	0,08
1,0	1,15	0,0209	10,1	0.1630	43,3	10,1	33,2	2,45	0,05
2,0	1,15	0,0189	11,8	0,1707	43,3	11,8	31,5	2,95	0,12
КДж-3 МБ, 10%	1,18	0,0166	11,1	0.1752	41,9	11,1	30,8	2,00	0,24

Кривые, представленные на рисунках 6 и 7 и данные, приведенные в таблице 4, показывают, что изменение значений теплопроводности керамзитобетона зависит от комплексной химической добавки.

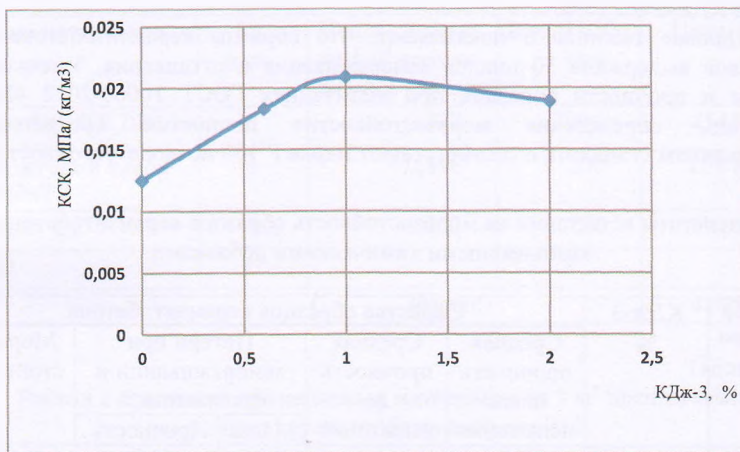


Рисунок 6. Влияние добавки КДж-3 на коэффициент конструктивного качества (КСК) керамзитобетона.

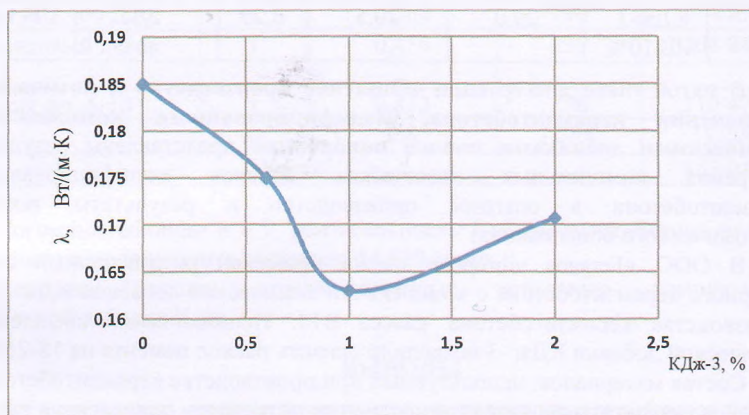


Рисунок 7. Влияние добавки КДж-3 на теплопроводность ( $\lambda$ ) керамзитобетона

Эта зависимость тесно связана с количеством добавки, увеличение количества которой позволяет снизить теплопроводность керамзитобетона за счет снижения плотности керамзитобетона и улучшения пористой структуры.

Среди показателей, определяющих качество строительных материалов, в

том числе цементобетона, особое значение имеет их морозостойкость.

Исследования морозостойкости проводились на образцах керамзитобетона 10х10х10 см без добавок и с содержанием 1,0 и 2,0% КДж-3, также КДж-3МБ 10%.

Данные таблицы 6 показывают, что образцы керамзитобетона всех составов выдержали 30 циклов замораживания и оттаивания. Уменьшение массы и прочности образцов при испытаниях ГОСТ 10060-2012 «Бетон. Методы определения морозостойкости» полностью соответствуют требованиям стандарта и соответствуют марке F<sup>1</sup>100 по морозостойкости.

Таблица 5

Результаты испытаний на морозостойкость образцов керамзитобетона с комплексными химическими добавками

Номер состава	КДж-3 %	Свойства образцов керамзитобетона				
		Средняя прочность после испытания	Средняя прочность до испытания	Потери при замораживании и оттаивании, %		Морозостойкость
				Масса	Прочность	
1	-	12.1	12.8	0,56	5,4	F <sub>1</sub> 100
2	0.6	18.4	18.9	0.29	2,6	F <sub>1</sub> 100
3	1.0	20,7	21,2	0,22	2,5	F <sub>1</sub> 100
4	2.0	20.7	21,2	0.16	2,2	F <sub>1</sub> 100
5	КДж-3 МБ,10%	20,0	20.5	0.25	2,3	F <sub>1</sub> 100

В пятой главе диссертации «**Опытное производство и возможность применения керамзитобетона, модифицированного комплексными химическими добавками нового поколения**» представлены результаты внедрения комплексных химических добавок модифицированного керамзитобетона в опытное производство и результаты технико-экономического обоснования.

В ООО «Fergana vibropress tensil» применен разработанный состав товарного керамзитобетона с комплексной химической добавкой КДж -3 для производства керамзитобетона класса В10. Использование комплексной химической добавки КДж -3 позволило снизить расход цемента на 18-25%.

Состав материалов, используемых при производстве керамзитобетона на заводе, и результаты расчета стоимости этих материалов приведены в таблице 6, а предлагаемый керамзитобетон в таблице 7.

Состав керамзитобетона, применяемого на заводе и результаты расчета стоимости материалов, использованных для этих составов, приведены в таблице 6, а для предлагаемого керамзитобетона в таблице 7.

Таблица 6

Расход и стоимость применяемых в заводских условиях материалов на  
1 м<sup>3</sup> керамзитобетона класса В10.

Название материалов	Ед. изм.	Используемые на 1 м <sup>3</sup> нормативные расходы	Цена (НДС), сум	Цена, сум.
Цемент ПЦ 400 Д20	т	0,322	790	254380
Керамзитовый песок фр. 0-5	т	0,456	230	104 880
Керамзит фр. 5-10	т	0,373	296	110 408
КДж-3	кг	-	-	-
Итого:				469668

Таблица 7

Расход и стоимость применяемых материалов на 1 м<sup>3</sup> предлагаемого к реализации керамзитобетона класса В10.

Название материалов	Ед. изм.	Используемые на 1 м <sup>3</sup> нормативные расходы	Цена (НДС), сум	Цена, сум.
Цемент ПЦ 400 Д20	т	0,264	790	208560
Керамзитовый песок фр. 0-5	т	0,456	230	104 880
Керамзит фр. 5-10	т	0,373	296	110 408
КДж-3	кг	2,6	12000	31 200
Итого:				455 048

Согласно таблицам 6 и 7, рентабельность 1 м<sup>3</sup> керамзитобетона за счет снижения расхода цемента составила 14 620 сумов.

Успешно прошли производственные испытания комплексной химической добавки КДж-3.

### ВЫВОДЫ

По результатам экспериментального и теоретического исследования диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам по теме «Структура и свойства керамзитобетона с комплексными полимерно-минеральными добавками на основе местного сырья» были сделаны следующие общие выводы:

1. Математические модели, разработанные для оценки модуля упругости, плотности, прочности и других свойств, в основном применимы к модифицированным бетонным смесям с пластификаторами, а при оценке

свойств бетонных смесей с высокими подвижностями, полученные на основе легких заполнителей, не применимы. Для улучшения качества бетона и бетонной смеси, придания им своеобразных свойств, ускорения строительных работ, удешевления строительного процесса используются комплексные химические добавки на основе различного местного сырья.

2. Использование современных методов, таких как дифференциально-термический, инфракрасно-спектроскопический и электронно-микроскопический, наряду со стандартными методами исследования химического состава и структуры модифицированных цементных композиций и керамзитобетона с комплексными добавками, повысило достоверность результатов исследований.

3. Оптимальное соотношение компонентов при получении комплексной химической добавки КДж-3 - 1: 1: 1 (полиакрилонитрил: сульфит натрия: формалин), оптимальная температура - 90 °С. В таких условиях выход комплексной добавки составляет 95%.

4. Установлено, что комплексная химическая добавка КДж-3 в начале несколько сокращает продолжительность процесса загустения цементного теста и снижает водопотребность на 15-20%.

5. Оптимальное количество комплексной химической добавки КДж-3 по физико-механическим свойствам керамзитобетона была получена при добавлении 1,0% от массы портландцемента.

6. При изучении структуры образования цементных композиций и физико-химических методов анализа установлено, что при добавлении полученных комплексных добавок в небольших количествах, в цементных композициях образуются минералы, которые обеспечивают прочность и долговечность бетонных изделий.

7. Теплопроводность легкого бетона зависит от типа пористого заполнителя, пористости легкого бетона, направления теплового потока через слой бетона, средней температуры во время теплопередачи, средней плотности и влажности бетона. Небольшие плотные и однородные поры приводят к снижению теплопроводности материала и повышению его теплозащитных свойств.

8. В СП ООО «Fergana vibropress tensil» применен разработанный состав керамзитобетона, позволяющий экономить вяжущее при производстве железобетонных изделий с высокой прочностью при производстве железобетонных изделий с добавкой КДж-3. При этом по сравнению с производством керамзитобетона без добавок экономия цемента составила 18,01% (14 620 сум / м<sup>3</sup>).

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.26 / 30.12.2019.T.11.01  
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT ARCHITECTURAL  
AND CONSTRUCTION INSTITUTE**

---

**TASHKENT ARCHITECTURAL CONSTRUCTION INSTITUTE**

**MIRZAEV BAKHODIR KUZIBOEVICH**

**STRUCTURE AND PROPERTIES OF CERAMSITE CONCRETE  
WITH COMPLEX POLYMER-MINERAL ADDITIVES ON LOCAL RAW  
MATERIALS**

**05.09.05 - Building materials and products**

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

**Tashkent-2020**

**The theme of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan B2019.3.PhD/T1367**

The dissertation was conducted at the the: Tashkent Architecture and Construction Institute  
The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English(resume)) it is web pages at ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) and information and educational portal —Ziyonetl ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific advisor:** **Samigov Nigmatjan Abdurakhimovich**  
Doctor of Technical Sciences, professor

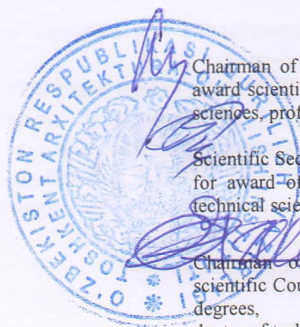
**Official opponents:** **Khasanov Bakhrudin Baratovich**  
Doctor of Technical Sciences, professor  
**Turgunboyev Urinbek Zhamolovich**  
Candidate of Technical Sciences, docent

**Lead organization:** **Namangan Civil Engineering Institute**

The defence of the dissertation will take place on «15» December 2020 at 10<sup>00</sup> at the Scientific Council numbered DSc.26 / 30.12.2019.T 11 01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute as the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 241-10-84; fax: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number No. 46).The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 244-63-30; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The abstract of the dissertation was circulated on «30» November 2020 year.  
(mailing report № 10 on « 14 » November 2020)



**Kh.A. Akramov**  
Chairman of the Scientific Council for the award scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**Kh. Kh. Kamilov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council for award of academic degrees, doctor of technical sciences, professor

**S.A. Khodzhaev**  
Chairman of a scientific seminar at a scientific Council for the award of academic degrees,  
doctor of technical sciences, professor



## **INTRODUCTION (abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD)**

**The aim of the research** is to study the properties and develop energy-saving technologies of expanded clay concrete modified with complex polymer-mineral additives of a new generation based on local raw materials.

### **Research objectives:**

physical and chemical analysis of the composition of expanded clay concrete with complex chemical additives of a new generation;

optimization of the composition of expanded clay concrete with the addition of new-generation chemical additives;

study of physical, mechanical and thermophysical properties of expanded clay concrete modified with complex chemical additives of a new generation;

introduction of new generation expanded clay concrete technology with complex chemical additives.

### **Scientific novelty of the research:**

the formation of the structure of expanded clay concrete is justified, taking into account the action of a new generation polymer-mineral complex additive;

the mechanism of action of complex chemical additives of KDj-3 and KDj-3MB grades on the properties of expanded clay concrete is determined;

a mathematical model is developed that represents the dependence of the strength of expanded clay concrete on the amount of complex chemical additives;

improved energy-saving technology for the production of expanded clay concrete, taking into account the use of complex chemical additives of the KDj-3 brand.

### **Implementation of research results:**

Based on the obtained scientific results on the design and optimization of the properties of expanded clay concrete with the addition of polymer-mineral complex additives based on local raw materials.

Modified components with a complex chemical additive KDj-3 were introduced at the construction company LLC "Fergana vibropress tensil" for the production of pazogrebnevyh wall blocks (certificate of the Association "Uzpromstroymaterialy" dated September 29, 2020 No. 05 / 15-3064). As a result, it was possible to reduce the water demand of expanded clay concrete mix by 15-18% and cement by 18-25%;

Modified components with a complex chemical additive KDj-3 were introduced at the construction company LLC "Fergana vibropress tensil" for the production of partition blocks with a complex chemical additive KDj-3. reference of the Association "Uzpromstroymaterialy" dated September 29, 2020 No. 05 / 15-3064). As a result, it was possible to save 25-30% of the cement used for the production of expanded clay concrete;

Modified components with a complex chemical additive KDj-3 were introduced at the construction company LLC "Fergana vibropress tensil" in the production of facing panels reinforced with glass mesh, which used a complex chemical additive KDj-3. (reference of the Association "Uzpromstroymaterialy" "

dated September 29, 2020 No. 05 / 15-3064). The result was the production of facing panels with a thickness of 12.5 mm.

#### **The outline of the dissertation.**

Based on the results of experimental and theoretical research of the doctoral dissertation on the topic "Structure and properties of expanded clay concrete with complex polymer-mineral additives based on local raw materials", the following General conclusions were made:

1. Mathematical models developed to evaluate the modulus of elasticity, density, strength, and other properties are mainly applicable to modified concrete mixtures with plasticizers, and when evaluating the properties of concrete mixtures with high mobility, obtained on the basis of light aggregates, they are not applicable. Complex chemical additives based on various local raw materials are used to improve the quality of concrete and concrete mix, give them unique properties, speed up construction work, and reduce the cost of the construction process.

2. The use of modern methods, such as differential thermal, infrared spectroscopic and electron microscopic, along with standard methods for studying the chemical composition and structure of modified cement compositions and expanded clay concrete with complex additives, increased the reliability of research results.

3. Optimal ratio of components in the preparation of a complex chemical additive KDj-3-1: 1: 1 (polyacrylonitrile: sodium sulfite: formalin), the optimal temperature is 90 °C. Under these conditions, the yield of the complex additive is 95%.

4. It was found that the complex chemical additive KJ-3b at the beginning slightly reduces the duration of the thickening process of cement dough and reduces water demand by 15-20%.

5. The optimal number of complex chemical additives KDj-3 physical-mechanical properties of concrete were obtained by adding 1.0 percent by weight of Portland cement.

6. When studying the structure of the formation of cement compositions and physical and chemical analysis methods, it was found that when the resulting complex additives are added in small quantities, minerals are formed in cement compositions that ensure the strength and durability of concrete products.

7. The thermal conductivity of light concrete depends on the type of porous filler, the porosity of light concrete, the direction of heat flow through the concrete layers, the average temperature during heat transfer, and the average density and humidity of the concrete. Small dense and uniform pores lead to a decrease in the thermal conductivity of the material and increase its thermal protection properties.

8. JV LLC "Fergana vibropress tensil" used the developed composition of expanded clay concrete, which allows saving the binder in the production of reinforced concrete products with high strength in the production of reinforced concrete products with the addition of KDj-3. At the same time, compared to the production of expanded clay concrete without additives, the cement savings amounted to 18.01% (14,620 soums / m<sup>3</sup>).

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть, I part)**

1. Самигов Н.А., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Сатторов З.М., Самигов У.Н., Мирзаев Б.К. Прочность и морозоустойчивость бетонной композиции с комплексной химической добавкой КДж-3. // Научно–практический журнал «Архитектура Строительство Дизайн» // №1-2/2018г. С.70-74. (05.00.00. №4)

2. Самигов Н.А., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Сатторов З.М., Мирзаев Б.К. Физико-химические исследования серии «релаксол» цементной композиции с комплексной химической добавкой КДж-3. // Научно-технический журнал ФерПИ. Том 23 №4 2019 г. С. 71-76. (05. 00. 00. №20)

3. Самигов Н.А., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Исследование физико-механических свойств керамзитобетона с комплексной полимер-минеральной добавкой нового поколения на основе местного сырья. // Научно-практический журнал «Архитектура Строительство Дизайн» № Спец. Выпуск / 2019 г. С. 53-56. (05.00.00. №4)

4. Самигов Н.А., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Физико-механические свойства цементных композиций с комплексными химическими добавками КДж-3М и КДж-3МБ. // Научно-практический журнал «Архитектура Строительство Дизайн» №1 / 2020 г. С. 172-174. (05.00.00. №4)

5. Самигов Н.А., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Янги авлод комплекс кимёвий кўшимчаси КДж-3МБ кўшилган керамзитобетоннинг физик-механик хоссалари ўрганиш тахлили // илмий - техника журнал ФарПИ. 24- Том, махсус сон № 1 2020 й. б. 218-222 (05. 00. 00. №20)

6. Samigov N.A, Karimov M.U, Mazhidov S.R, Mirzaev B.K. Physico-chemical structure of expanded clay concrete properties with complex chemical additive KDj-3 of the “relaxol” series // International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 08, 2020 ISSN: 1475-7192. pp. 5481-5489 (Scopus)

**II бўлим (II часть, II part)**

7. Самигов Н.А., Мирзажонов М.А., Мирзаев Б.К. Исследование физико-механических свойств керамзитобетона с комплексной химической добавкой КДж-3. // Материалы республиканской научно-технической конференции 14-15 декабрь Ташкент, 2018 г. С.71-74

8. Самигов Н.А., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Исследование физико-механических свойств керамзитобетона с комплексной химической добавкой КДж-3. // Материалы IV международная научно-практическая конференция, Волгоград, 9-12 февраля 2019 г. С. 221-225.

9. Самигов Н.А., Мирзаев Б.К., Аширов М.Б. Комплекс кимёвий кўшимчалар асосида энергияни тежайдиган керамзитобетон //

Международная научно-практическая конференция 24-25 мая 2019 г. 2 -Том С. 237-238.

10. Самигов Н.А., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Исследование состава и физико-механических свойств конструкционного керамзитобетона с комплексной химической добавкой КДж-3. // Международная научно-практическая конференция 24-25 мая 2019 г. 2 - Том С. 238-241

11. Самигов Н.А., Каримов М.У., Мирзаев Б.К. Исследование физико-механических свойств керамзитобетона с комплексной химической добавкой КДж-3МБ // Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых. Выпуск 15 Ташкент 2020 г. С. 157-158.

Автореферат «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий-амалий журнал  
таҳририятидан ўтказилди ва матнларини мослиги текширилди  
(07.11.2020 й.)

Босишга рухсат этилди 27.11.2020 й. Бичими 60x841/16.  
Офис қоғози. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи: 2.8. Адади 100 нусха. Буюртма № 23-11.

Тел.: (99) 832 99 79; (97) 815 44 54

«IMPRESS MEDIA» МЧЖ босмахонасида чоп этилди.  
Манзил: Тошкент ш., Яққасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6 уй.