

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

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

ХАСАНОВ БАХРОМ БАХОДИРОВИЧ

**ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАР УЧУН КЎМИР ЧИҚИНДИЛАРИ
АСОСИДАГИ ҒОВАК ТЎЛДИРГИЧЛИ ЕНГИЛ БЕТОНЛАРНИНГ
ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ**

05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари

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

Тошкент – 2021 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**

Хасанов Бахром Баходирович

Тўсиқ конструкциялар учун кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак
тўлдиргичли енгил бетонларнинг хоссалари ва технологик
хусусиятлари.....5

Хасанов Бахром Баходирович

Особенности технологии и свойств легкого бетона на пористом заполнителе
из отходов угледобычи для ограждающих конструкций.....21

Khasanov Bakhrom Bakhodirovich

Features of technology and properties of lightweight concrete on a porous
aggregate from coal mining waste for enclosing structures39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

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

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

ХАСАНОВ БАХРОМ БАХОДИРОВИЧ

**ТЎСИҚ КОНСТРУКЦИЯЛАР УЧУН КЎМИР ЧИҚИНДИЛАРИ
АСОСИДАГИ ҒОВАК ТЎЛДИРГИЧЛИ ЕНГИЛ БЕТОНЛАРНИНГ
ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ**

05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари

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

Тошкент – 2021 йил

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/Т831 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент архитектура-қурилиш институти ва Наманган муҳандислик-қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)), Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.taqi.uz ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Шакиров Туйғунжон Тургунович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Цой Владимир Михайлович
техника фанлари доктори, доцент

Сатторов Зафар Мурадович
техника фанлари номзоди, профессор

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация химояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.26/30.12.2019.Т.11.1 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «19» июль соат 9⁰⁰ 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, taqi_atm@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 58-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).

Диссертация автореферати 2021 йил 6 июль куни тарқатилди.
(2021 йил “10” июньдаги 2 - рақамли реестр баённомаси).

Х.А. Акрамов

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

Х.Х. Камилов

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

И.И. Касимов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар
раис ўринбосари, т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси 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 ва буюмлари соҳасидаги янги турдаги энергия самарадор материаллардан фойдаланиш, энергия тежамкор технологияларни самарали қўллаш, янги қурилиш материаллари ва буюмлари ва уларнинг мавжуд технологиясини такомиллаштириш ва бу орқали енгил ғовак тўлдирувчи ва бетонларнинг физик-механик ва физик-кимёвий хоссаларини яхшилаш масалалари етакчи ўринни эгаллаган. Шу жиҳатдан маҳаллий хомашё ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчили енгил бетонлар ишлаб чиқариш ва энергия тежамкор қурилиш материаллари ва буюмларни яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда ғовак тўлдирувчили, енгил бетонларни тайёрлаш ва ишлаб чиқариш уларнинг хоссаларини яхшилашга йўналтирилган кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, юқори сифатли, энергия самарадор енгил бетонларни ишлаб чиқариш учун ғовак тўлдирувчиларни танлаш, учувчан кулли қўшимчалардан фойдаланиб қотаётган цемент тошининг структураси ҳосил бўлишини бошқариш, енгил бетонларнинг таркибини оптималлаштириш, ғовак тўлдирувчи ва минерал боғловчи орасидаги контакт зонасини яхшилаш, мустаҳкамлик структурасини шакллантиришга йўналтирилган кўплаб илмий-тадқиқот ишларини олиб борилмоқда. Шунга боғлиқ равишда, енгил бетонларнинг физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш, маҳаллий хомашё ва кўмир чиқиндилари ресурсларидан фойдаланиб цемент сарфини камайтириш, энергия тежамкор деворбоп материаллар ишлаб чиқариш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Республикамизда қурилиш индустриясини ривожлантириш, қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқаришни модернизациялаш, маҳаллий ва иккиламчи хомашёлардан қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда самарали фойдаланиш ва шу билан бирга ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш каби бир қанча ишлар амалга оширилиб, муайян ютуқларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, "...миллий иқтисодиётни рақобатбардошлигини ошириш, иқтисодиётда энергия ва материал сарфини камайтириш, ...ишлаб чиқаришга энергия тежамкор технологияларни кенг тадбиқ қилиш..."¹ вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни бажаришга, шу жумладан маҳаллий хомашёлар ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчили енгил бетонлар ишлаб чиқаришда, сифатли ва экологик тоза қурилиш материаллари ва буюмларни ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 22 майдаги ПФ-5445-сон “Капитал қурилишда лойиҳа ва қурилиш ишларини амалга ошириш тартибини оптималлаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги фармони, 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-4198-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. Диссертация республиканинг фан ва технологиялар ривожланишининг II.”Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик” устувор йўналишига мос бажарилган.

Муаммони ўрганганлик даражаси. Жаҳон тажрибасида ғовак тўлдирувчи энергия самарадор енгил бетонлардан фойдаланишнинг илмий асослари И.Н. Ахвердов, А.А. Аракелян, Ю.М. Баженов, Г.А. Бужевич, А.И. Ваганов, Г.И. Горчаков, Б.В. Гусев, Ю.П. Горлов, В.Г. Довжик, И.А. Иванов, С.М. Ицкович, Л.И. Карпикова, Н.А. Корнев, Л.П. Курасова, Р.Л. Маилян, Ю.Д. Нациевский, Н.А. Попов, М.З. Симоновлар каби хорижий олимлар томонидан ишлаб чиқилган, улар ушбу соҳадаги изланишларга улкан ҳисса қўшганлар.

Юртимиз олимлари А.Б. Ашрабов, А.А. Ашрабов, Б.А. Аскарлов, Х.А. Акрамов, А.И. Одилхўжаев, Л.М. Ботвина, У.А. Газиев, Э.Касимов, И.Э. Касимов, Н.А. Самигов, А.А. Тулаганов, С.А. Ходжаев, Е.В. Щипачева, Х.Х. Камилов, В.М. Цой, Ш.Р. Низамов, Г.И. Ступаков, Г.В. Самсонова, Ш.Ш. Шаджалилов, Р.Р. Юсупов, З.М. Сатторов ва бошқалар кўп йиллар давомида енгил бетоннинг хоссалари, тузилиши ва хусусиятларини яхшилаш борасида изланишлар олиб боришган ва қурилиш материаллари ва буюмларини ўрганиш соҳасига улкан ҳисса қўшиб, аниқ ютуқлар ва муҳим илмий натижаларга эришганлар.

Бу тадқиқотлар натижасида турли ғовак тўлдирувчи енгил бетонлар назарияси ва технологиясини ривожлантиришга катта ҳисса қўшилган. Мамлакатимиздаги олиб борилган изланишлар енгил бетон хоссаларини ўрганишга ва технологиясини такомиллаштиришга бағишланган. Енгил бетон асосан монолит уй-жой қурилишида тўсиқ деворларни қуриш учун йирик панелли бир ва икки қатламли девор панеллари учун ишлатилади.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институтининг № ОТ - Атех-2018-179 “Маҳаллий хом-ашёлар ва саноат чиқиндилари асосида енгил ва паст мустаҳкамликдаги бетонлар учун ғовак тўлдирувчилар ишлаб чиқаришнинг ресурс ва энергия тежамкор технологияларини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йиллар) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тўсик конструкциялар учун кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчи енгил бетонларнинг хоссалари ва технологик хусусиятларини яхшилаш ва энергия тежамкор турар-жой биноларида деворбоп блокларни қўллашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

енгил бетоннинг физик-механик хоссаларини яхшиловчи янги сунъий ғовак тўлдирувчининг тузилиши ва хусусиятларини шакллантириш ва таркибини аниқлаш;

енгил бетон таркибига қўшилган майда микро-тўлдирувчи (учувчан кул) нинг бетон тузилиши ва мустаҳкамлигига таъсирини аниқлаш;

Ўзбекистоннинг кескин континентал иқлим шароитларида, турар-жой бинолари учун енгил бетондан тайёрланган деворбоп блокларнинг физик-механик хоссаларини унинг иссиқлик узатиш хусусиятларига таъсирини аниқлаш;

турар-жой бинолари учун янги ғовак тўлдирувчи енгил бетондан тайёрланган девор блокларидан фойдаланиш ва унинг техник иқтисодий самарадорлигини баҳолаш ва ишлаб чиқаришга жорий қилиш.

Тадқиқотнинг объекти маҳаллий хом-ашё ва кўмир чиқиндилари асосида олинган ғовак тўлдирувчи енгил бетонлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети маҳаллий хом-ашё ва саноат чиқиндилари асосидаги кўмирли гил тупроқ ва кварцли порфирдан тайёрланган ғовак тўлдирувчи енгил бетоннинг физик-механик, физик-кимёвий хоссалари, тузилиши, технологик хусусиятлари ва техник иқтисодий параметрларини ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари тадқиқот жараёнида ғовак тўлдирувчи енгил бетоннинг физик-кимёвий таҳлилининг замонавий усуллари инфрақизил-спектроскопик, электрон микроскопик ва термогравиметрик таҳлиллари ва сифат кўрсаткичларини ўрганишнинг стандартлаштирилган усуллари, тажриба натижаларини таҳлил қилишнинг математик моделлаштириш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

кварцли порфир ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчи енгил бетоннинг мустаҳкамлигини оширишда Ангрен ИЭС учувчан кулини минерал қўшимча сифатида қўллаш имконияти асосланган;

цемент сарфини камайтириш мақсадида маҳаллий ИЭС дан чиқувчи учувчан кулни ишлатилиши ва унинг физик-кимёвий таҳлилининг замонавий усуллари инфрақизил-спектр, электрон-микроскоп ва термогравиметрик таҳлиллари аниқланган;

деворбоп материаллар учун фойдаланиладиган енгил бетоннинг ўртача зичлиги ва мустаҳкамлик кўрсаткичларига боғлиқлигини ифодаловчи математик моделлар ишлаб чиқилган;

Ўзбекистон иқлимий шароитларида арзон турар-жой биноларида тўсик конструкциялар учун енгил бетондан тайёрланган энергия тежамкор 20x20x40 см ўлчамдаги деворбоп майда блоклар ишлаб чиқарилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

республика иқлимий шароитларида турар-жой биноларининг тўсиқ конструкцияларида енгил бетонни қўллаш энг самарали ҳисобланади ва шунинг учун уларнинг физик-механик хоссалари ва иссиқлик узатиш хусусиятлари бўйича энг самарадор таркиблар ишлаб чиқилган;

энергия самарадор енгил бетонлар таркиби ва хусусиятларини оптималлаштириш жараёнини автоматлаштириш имконини берувчи ЭХМ дастури ишлаб чиқилган;

ғиштли ёки оғир бетон ўрнига, кварцли порфир ва кўмирли гил тупроқдан тайёрланган янги ғовак тўлдирувчилардан олинган енгил бетонни тўсиқ деворларда қўллаш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги замонавий асбоблар ва стандарт усулларни қўлланилган ҳолда комплекс ўрганилиши, тажрибаларни қурилиш меъёрлари ва қоидалари бўйича ўтказилиши, ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқот натижаларини юқори аниқликда мос келиши ҳамда уларни амалиётга жорий қилинганлиги билан таъминланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти маҳаллий тоғ жинслари ва кўмир чиқиндилари асосида олинган янги ғовак тўлдирувчили енгил бетон тайёрлаш илмий назариялари таҳлилидан ташкил топган, улар енгил бетоннинг таркиби, тузилиши, физик-механик хоссалари ва технологик хусусиятлари ҳақидаги тасаввурни ривожлантиради ва турар-жой биноларида деворбоп блокларни тўсиқ конструкцияларда қўллаш учун шароит яратиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти янги ғовак тўлдирувчили енгил бетоннинг физик-механик хоссалари ва иссиқлик узатиш хусусиятларининг энергия самарадор оптимал таркибини танлаш ва у Ўзбекистон иқлимий шароитларида арзон турар-жой биноларида деворбоп блокларни тўсиқ конструкцияларда қўллаб ишлаб чиқаришга жорий қилинганлиги билан ифодаланади.

Тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилиши. “Тўсиқ конструкциялар учун кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчили енгил бетонларнинг хоссалари ва технологик хусусиятлари” бўйича олинган илмий натижалар асосида:

учувчан кулдан фойдаланиб ишлаб чиқарилган ғовак тўлдирувчили енгил бетонларнинг таркиби “Qurilishmateriallariinvest” МЧЖ да жорий қилинган (“Ўзсаноатқурилишматериаллари” уюшмасининг 2021 йил 25 мартдаги 05/15-819-сон маълумотномаси). Натижада 5-10 % цемент сарфини тежаш, сув талабчанлиги 7-9% га камайиш, енгил бетоннинг мустаҳкамлиги 1,17 марта ортишига эришилган;

“Маҳаллий хом ашё ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдирувчили енгил бетонларнинг оптимал вариантини танлаш” учун ЭХМ дастури (DGU №07093) олинган ва “Qurilishmateriallariinvest” МЧЖда жорий қилинган (“Ўзсаноатқурилишматериаллари” уюшмасининг 2021 йил

25 мартдаги 05/15-819-сон маълумотномаси). Натижада талаб этилган ўртача зичлик ва мустаҳкамликка эга бўлган енгил бетоннинг таркибини танлаш имконини берган;

Сунъий ғовак тўлдирувчи энергия самарадор деворбоп блокларни тажрибавий ишлаб чиқариш “Qurilishmateriallariinvest” МЧЖда жорий қилинган (“Ўзсаноатқурилишматериаллари” уюшмасининг 2021 йил 25 мартдаги 05/15-819-сон маълумотномаси). Натижада энергия самарадор 20x20x40 см ўлчамдаги майда блоклар тайёрланган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотлар натижалари 5 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларини нашр қилиш. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий ишлар чоп этилган бўлиб, шулардан, 10 та илмий мақола, жумладан, 1 таси хорижий журналларда, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда республика илмий журналларида 12 та мақола нашр қилинган. Бундан ташқари, ҳисоб дастури учун 2 та патент олинган (DGU № 07093-2019, DGU № 07135-2019).

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми: Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертациянинг ҳажми 119 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **“Енгил бетонлар мустаҳкамлилиги, уларни энергия самарадор турар-жой бинолари қурилишида қўллашнинг замонавий ҳолати”** деб номланган биринчи бобида илмий муаммонинг замонавий ҳолатини аналитик шарҳлари келтирилган. Унда энергия самарадор қурилиш материаллари ва буюмларни олиш усуллари, енгил 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 манбаъларни таҳлили ёритилган.

Сўнгги бир неча ўн йилликларда бутун дунёда энергия самардор материаллар ишлаб чиқариш сезиларли ўсган ва энергия истеъмолининг ортиб боровчи умумий тенденцияси ҳам сақланиб қолмоқда. Шунинг учун, энергия истеъмоли самарадорлигини ошириш ва иссиқлик газларининг

атмосферага чиқишини камайтириш масалалари бутун жаҳонда алоҳида долзарблик ва устувор аҳамият касб этмоқда.

Бу инсон фаолияти атроф муҳитга сезиларли негатив таъсир кўрсатишни бошлагани билан боғлиқдир. Табиатдаги қазилма бойликлари энергия ресурслари захиралари (нефть, газ, кўмир ва бошқалар) чексиз эмаслиги муҳим сабабдир ва уларни тежаш зарур. Шунинг учун, кўпгина давлатларда, биринчидан, саноат, транспорт, қурилиш ва коммунал хўжалик соҳаларида энергия тежамкор технологияларни ишлаб чиқиш ва қўллашга, ва иккинчидан, тикланувчи энергия манбалари – қуёш, шамол, денгиз оқимлари, гидротермал манбалар ва бошқа энергиялардан фойдаланишга алоҳида эътибор берилмоқда. Бу йўналишларнинг замонавий шароитлардаги узвий ўзаро боғлиқлиги самарали энергия истеъмолини таъминлаш имконини беради.

Диссертациянинг **“Қўлланиладиган материалларнинг хусусиятлари ва тадқиқот усуллари”** деб номланган иккинчи бобида илмий-тадқиқот ишида қўлланилган ғовак тўлдирувчилар асосидаги енгил бетон хусусиятлари, ҳамда экспериментал изланишлар усуллари ифодаланган. Экспериментал изланишлар ўтказиш учун йирик тўлдирувчи сифатида Ангрэн кўмир кони (кўмирли гил тупроқ) саноат чиқиндилари ва тоғ жинси кварцли порфирдан фойдаланиб, Тошкент архитектура-қурилиш институти “Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкциялари технологияси” кафедрасида ишлаб чиқилган йирик ғовак тўлдирувчи ишлатилган.

Диссертация ишининг мақсади ва вазифаларидан келиб чиқиб, тадқиқот усуллари асосланган ҳолда танланган. Экспериментал тадқиқотларда, стандартлаштирилган физик-кимёвий усуллар билан бир қаторда физик-кимёвий таҳлил усулларида, хусусан, енгил бетонларнинг структурасини ўрганишда ИҚ-спектроскопик, рентген фаза таҳлиллари, дифференциал термик таҳлиллар ва электрон-микроскоп таҳлилдан фойдаланилди. Стандарт физик-кимёвий усуллардан ташқари, енгил бетон тузилишини ўрганиш бўйича экспериментал изланишларда физик-кимёвий таҳлил, хусусан, ИҚ-спектроскопик, термогравиметрик таҳлил ва электрон-микроскопик таҳлил усуллари ишлатилган. Бундан ташқари, тадқиқот ишларида енгил бетон таркибларини оптималлаштириш учун экспериментларни режалаштиришнинг математик модел усулидан ҳам фойдаланилган.

Таркиб параметрларига кўра, енгил бетонлар сифат кўрсаткичларнинг асосий боғлиқликлари таҳлили ва олинган экспериментал маълумотлар асосида оптимал таркибларни ҳисоблашда функцияларни танлаш учун – енгил бетонларнинг мустаҳкамлиги, сув талабчанлиги ва ўртача зичлигининг математик моделлари келтирилган.

Портландцемент, кум ва сунъий ғовак тўлдирувчининг миқдорларини енгил бетоннинг мустаҳкамлигига таъсири математик моделлаштириш усули билан ўрганилди. Тадқиқотда Бокса-Бенкиннинг иккинчи даражали уч факторли режасидан фойдаланилди ва учинчи даражали регрессия тенгламаси топилди.

Куйидаги факторлар ўзгартириб турилди:

X_1 - 1 м^3 бетон наъмунасига сарфланган портландцемент миқдори, кг;

X_2 - 1 м^3 бетон наъмунасига сарфланган кум миқдори, кг;

X_3 - 1 м^3 бетон наъмунасига сарфланган ғовак тўлдирувчи миқдори, кг;

Оптималлаштириш жараёни куйидаги тенглама сифатида ифодаланади:

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

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

Энгил бетон мустаҳкамлигининг модели куйидагича бўлади:

$$Y_R = 22,1 + 4,77x_1 - 0,38x_2 - 0,22x_3 - 0,05x_1x_2 - 0,05x_1x_3 + 0,05x_2x_3 - 4,22x_1^2 + 2,73x_2^2 + 1,73x_3^2; \quad (2)$$

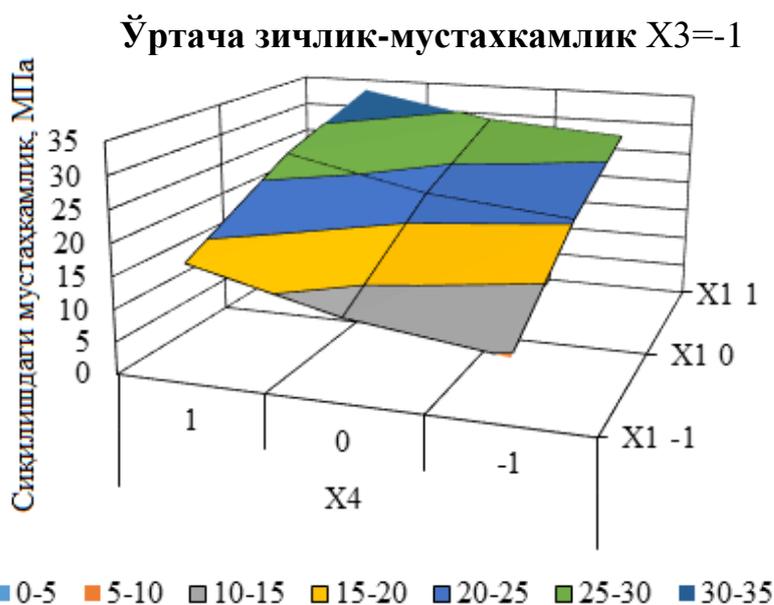
бу ерда, $Y = R_{28 \text{ сут}}$ – энгил бетон наъмунасининг 28 кун қотгандан кейинги сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси, МПа.

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

Энгил бетоннинг ўртача зичлик модели куйидагича бўлади:

$$Y_\rho = 1573,4 + 30,0x_1 - 7,5x_2 - 4,5x_3 + 1,3x_1x_3 - 1,2x_2x_3 + 8,7x_1^2 + 31,2x_2^2 + 21,2x_3^2;$$

Цемент сарфи, кг/м ³	С/Ц л/кг	Учувчан кул %	Ўртача зичлик, кг/м ³	Сиқилишдаги мустаҳкамлик, МПа
x_1	x_2	x_3	Y_ρ	Y_R

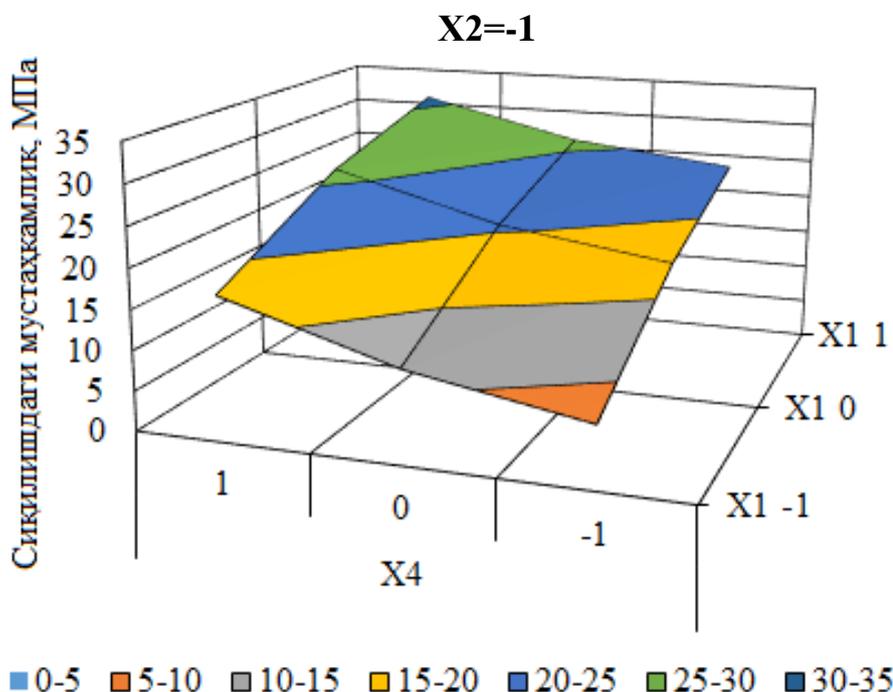


1-расм. Ўртача зичликнинг цемент сарфига ва С/Ц нисбатига чизиқли боғлиқлиги.

Статистик таҳлилнинг икки тури ўтказилган:

1. Чизиқли кўринишида
2. Полином кўринишида

Кўп ўлчамли чизиқли регрессия тенгламаси махсус matcad 13 дастури орқали ўтказилган эксперимент натижалари бўйича бетоннинг ўртача зичлигининг мустақамликка боғлиқлик графиклари тузилган (1 ва 2-расмлар).



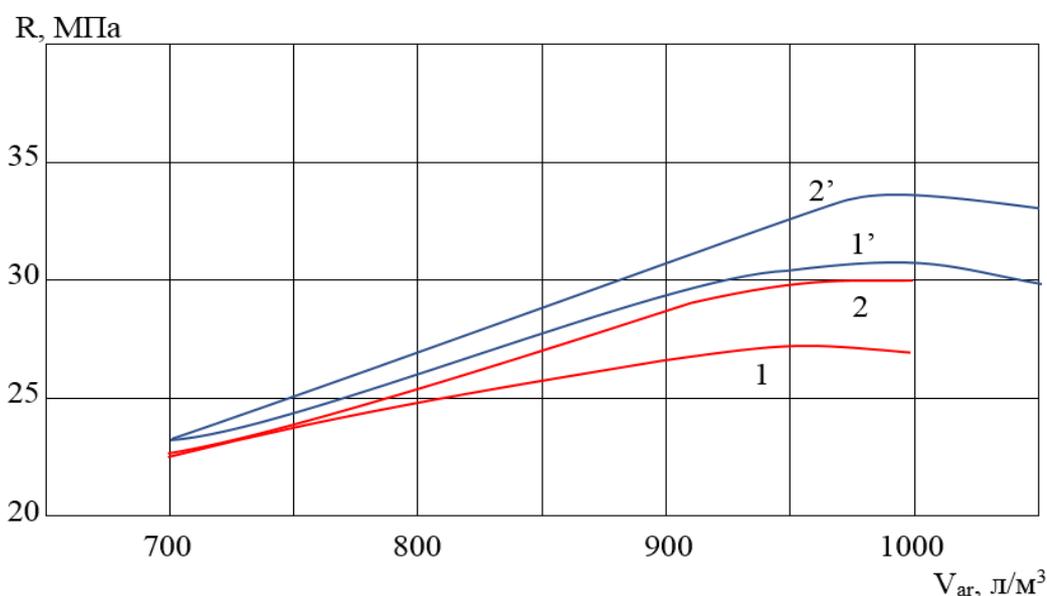
2-расм. Ўртача зичликнинг цемент сарфига ва С/Ц нисбатига полином боғлиқлиги.

Олинган қонуниятлар асосида, оптимал таркиб ва ғовак тўлдирувчили энгил бетон олиш учун минимал миқдорда цемент сарфланадиган модель яратилди. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида синфи В10 бўлган 1м³ энгил бетон учун 217 кг портландцемент, 467 кг 0-5 мм фракциядаги қум ва 1003 кг 10-20мм фракцияли ғовак тўлдиргич, энгил бетонга сарфланиши мумкинлиги кўрсатилган.

Маълумки, микротўлдирувчилар (учувчан кул) цемент системаларининг сувга бўлган талабчанлигини камайтириши ҳамда энгил бетоннинг мустақамлигини ошириши керак. Минерал қўшимчаларни портландцемент ва у асосда тайёрланган энгил бетоннинг сувга талабчанлиги ва қотиш даврининг таъсирини ўрганиш мақсадида назарий ва амалий тадқиқотлар олиб борилган.

Диссертациянинг учинчи "Янги ғовак тўлдирувчили энгил бетоннинг хоссаларини унинг технологик хусусиятларига таъсири" деб номланган учинчи бобида янги ғовак тўлдирувчили минерал қўшимчалар (учувчан кул) билан энгил бетон таркибини модификациялашнинг илмий асослари, ғовак тўлдирувчи ва минерал қўшимчани синтези, энгил бетон таркибини танлаш, кварцли порфир ва кўмирланган гилдан тайёрланган ғовак тўлдирувчи ва энгил бетон мустақамлигининг физик-механик ва физик-кимёвий хоссалари таҳлили келтирилган.

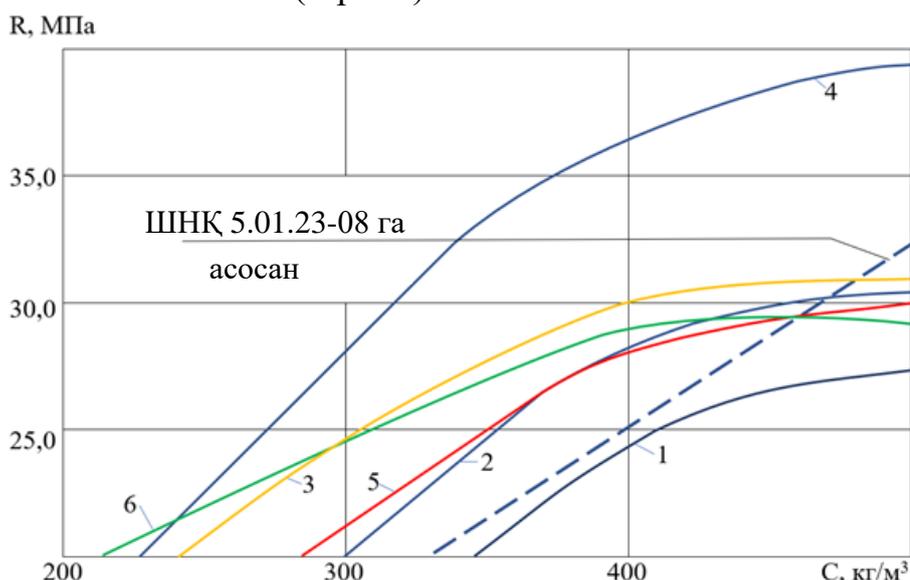
Минерал кўшимча (учувчан кул) ни ғовак тўлдирувчили энгил бетон таркибига киритиш сув-цемент нисбатини пасайтиради, сув сарфининг қисқариши энгил бетон мустаҳкамлик хусусиятларининг ошишига олиб келади, буларнинг барчаси юқори мустаҳкам энгил бетон олиш имкониятларини очиб беради. Бундай жиҳатлар энгил бетоннинг узоқ вақт хизмат қилишига яъни, унинг умрбоқийлигига ижобий таъсир кўрсатади. Масалан, цемент сарфининг 450-500 кг/м³ гача бўлганда, ғовак тўлдирувчи сарфи 750 л/м³ ва айниқса 850-950 л/м³ бўлган таркибларда, энгил бетон мустаҳкамлилиги жуда кам фарқланади. Бундай мустаҳкамликларда энгил бетон аниқ ғовак тўлдирувчининг мустаҳкамлик чегарасининг қийматларига эришиши билан тушунтирилади. Бу ерда шуни таъкидлаш лозимки, ғовак тўлдирувчининг 850-950 л/м³ чегарасидаги юқори сарфлари, анънавий сарфлар-750-800 л/м³ билан таққослаганда, чегаравий мустаҳкамликнинг катта қийматларини ифодалайди.



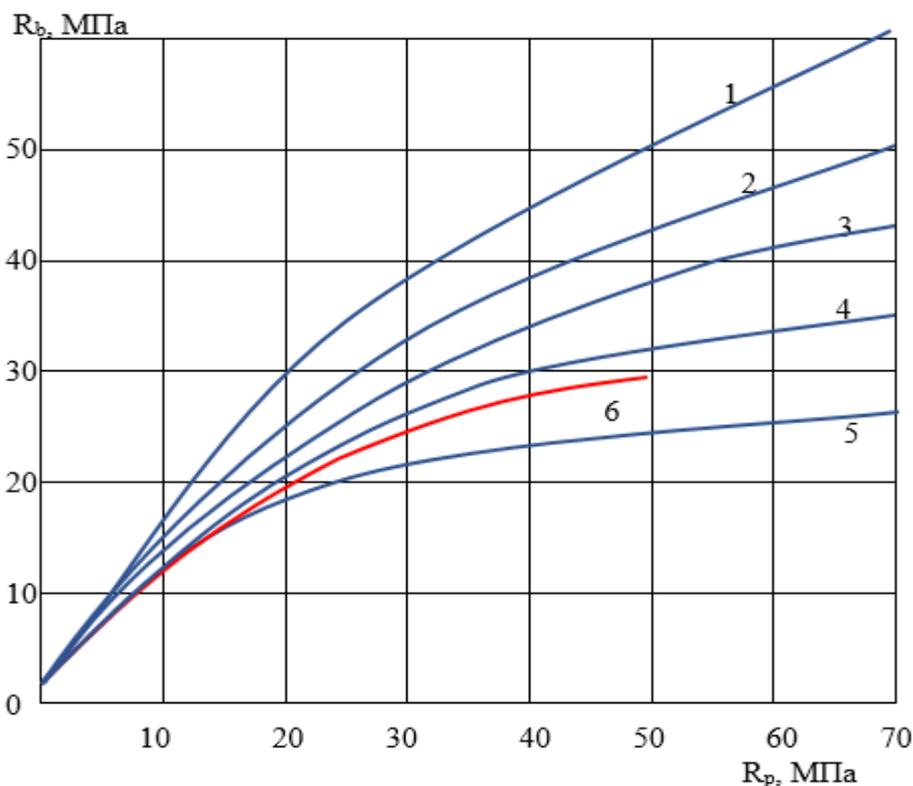
3-расм. Ғовак тўлдирувчи сарфининг энгил бетон мустаҳкамлилигига таъсири: қоршима таркибининг доимий мустаҳкамлиги (1, 1') ва цементнинг доимий сарфи (2, 2'); 1, 2 –янги ғовак тўлдирувчили энгил бетон учун тадқиқот маълумотлари; 1', 2' - керамзитобетон учун маълумотлар.

Мустаҳкамлиги 25 МПа гача бўлган энгил бетонларни олиш учун тавсия қилинган, республикамизда оммавий ишлаб чиқарилувчи ўртача статистик мустаҳкамлилиги 2,8-3,0 МПа бўлган керамзитдан фойдаланиш экспериментларида М 400 портландцементнинг 450-500 кг/м³ гача сарфида мустаҳкамлиги 30,0-34,0 МПа бўлган керамзитобетон олиш имконияти мавжуд. Олинган қонуниятларга асосан энгил бетонлар учун ва нисбатан паст мустаҳкамли ғовак тўлдирувчилардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Масалан, мустаҳкамлиги 20 МПа гача бўлган энгил бетонлар олиш учун тавсия қилинган ўртача мустаҳкамлилиги 2,5 МПа бўлган янги ғовак тўлдирувчидан 950 л/м³ сарф билан фойдаланишда, цементнинг 500 кг/м³ гача бўлган сарфида мустаҳкамлиги 30 МПа гача бўлган энгил бетон олинган. Ғовак тўлдирувчининг 1050 кг/м³ сарфида эса, цементнинг 220, 300,

400-450 кг/м³ сарфида мустаҳкамлиги мос равишда 20; 25; 28,5 МПа бўлган енгил бетон олинган (4-расм).



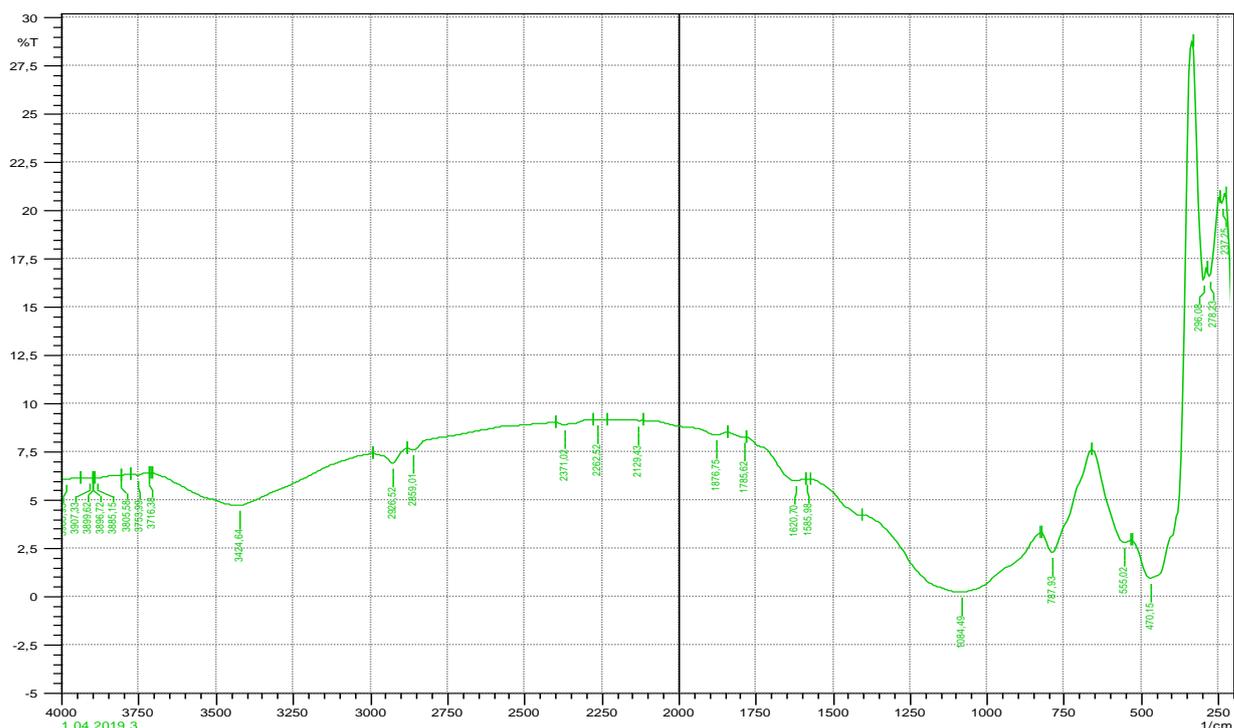
4-расм. Цемент сарфининг енгил бетон мустаҳкамлигига таъсири:
 1,2,3-керамзит $R=2,8-3,2$ МПа билан, мос равишда, 750, 850, 950 л/м³,
 4-керамзит $R=3,0-3,6$ МПа билан, 950 л/м³ маълумотлари бўйича, 5,6- янги
 зовак тўлдирувчи $R=2,3-2,7$ МПа, билан, мос равишда 950, 1050 л/м³.



5-расм. Енгил бетон мустаҳкамлигининг (R_b) қоришма қисми мустаҳкамлигига (R_p) боғлиқлиги:
 1,2,3,4,5-Ю.М. Баженов маълумотлари бўйича керамзитли керамзитобетоннинг мустаҳкамлиги мос равишда 7,0; 6,0; 4,0; 3,0; 2,0 МПа;
 6- мустаҳкамлиги 2,0-2,5 МПа бўлган кварцли порфир ва кўмирланган гил тупроқли янги зовак тўлдирувчида.

Бизда олинган экспериментал маълумотлар – А.И. Вагановнинг тадқиқотларида асос яратувчи методлари ўрнатилган ва Ю.М. Баженовнинг тадқиқот ишларида тасдиқланган ғоялар, яъни таркибий қоришма мустаҳкамлигига кўра, турли мустаҳкамликка эга бўлган ғовак тўлдирувчили енгил бетон структураси ва чегаравий мустаҳкамликнинг шаклланиши ҳақидаги мумтоз тасаввурлар билан мос тушган (5-расм).

Янги ғовак тўлдирувчили енгил бетон эришган мустаҳкамлиги билан тўсиқ конструкцияларда ишлатилиши мумкин. Бундай мустаҳкамлик (25-30 МПа) ва ўртача зичликка (1600 кг/м^3 гача) эга бўлган конструкцион енгил бетонни 5 қаватгача бўлган биноларнинг монолит каркасида, айниқса мустаҳкамлиги 20 МПа бўлган бетонни хусусий секторда кўпроқ қурилувчи 1-2 қаватли биноларнинг сейсмик белбоғларида қўллаш самаралидир. Бундай мақсадлар учун ишлатилувчи оғир бетон юқори зичлиги сабабли, совиш ҳолатини ҳосил қилади, улар орқали катта миқдордаги иссиқлик йўқотилади. Бундан ташқари, енгил бетондан фойдаланиш бинонинг ўз оғирлигини пасайтиради. Ғиштли ёки енгил бетонли блоklar билан тўлдирилган каркас, материалнинг яқин деформатив хусусиятлари ва сейсмика таъсирида биргаликдаги самарали натижани таъминлайди.



6-расм. Ангрэн ИЭС учувчан кулнинг ИҚ спектри

Физик-механик ва физик-кимёвий таҳлил усуллари мураккаб минерал қўшимчалар таъсирида енгил бетон микроструктурасини ва гидратация, кристаллизация каби қайта ташкил бўлиш жараёнларини ўрганиш имконини беради. Енгил бетон структурасини ўрганиш учун инфрақизил спектроскопия, термогравиметрик таҳлил ва электрон микроскопия қўлланилган.

Енгил бетоннинг мустаҳкамлик хусусиятлари фақатгина ўртача зичлиги ва қотиш шароитларига боғлиқ бўлмай, балки гидратация, тузилма ташкил бўлиши жараёнларига, ҳамда қотиш жараёнида микроструктура ва янги ҳосилалар ҳосил бўлишига боғлиқдир.

Микротўлдирувчи сифатида Ангрен ИЭС нинг учувчан кули ишлатилган.

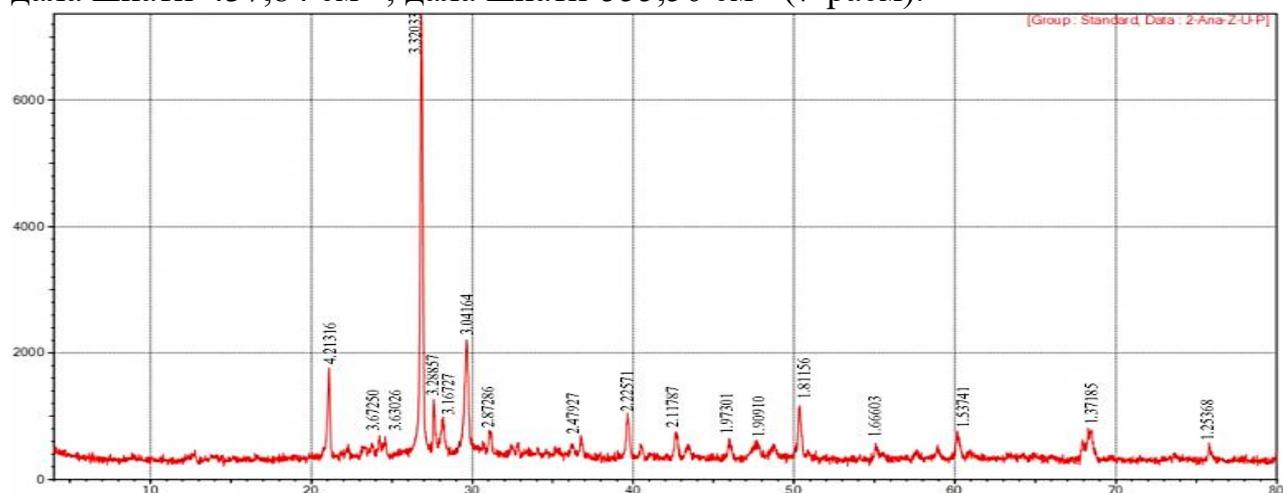
Натижалар таҳлилидан кўринадикки, Ангрен ИЭС нинг учувчан кули ИҚ-спектрида қуйидаги компонентлар идентификацияланган: аморфли кварц $470,15 \text{ см}^{-1}$, $1098,09 \text{ см}^{-1}$; α кварц- $787,93 \text{ см}^{-1}$; кальцит - $1084,49 \text{ см}^{-1}$, $1785,62 \text{ см}^{-1}$; дала шпати - $555,02 \text{ см}^{-1}$ (6-расм).

Учувчан кул микротўлдирувчисининг енгил бетон структурасига таъсирини аниқлаш учун, оптимал таркибли бетоннинг физик-кимёвий тадқиқоти ўтказилган.

Учувчан кул, қоришма ва бетон тадқиқотлари таҳлилининг барча натижаларини умумлаштириб, барча учта таркибда идентификацияланган компонентлар турли частоталарда қайтарилиши аниқланди.

Тадқиқотнинг биринчи босқичи – бу цементли қоришма: цемент, қум, учувчан кулнинг ИҚ-спектри таҳлилидир.

Ўтказилган тадқиқотлар таҳлили натижаларидан кўринадикки, ИҚ-спектрида қуйидаги компонентлар идентификацияланган: кальцит- $873,75 \text{ см}^{-1}$; α кварцит- $777,31 \text{ см}^{-1}$; доломит $694,37 \text{ см}^{-1}$; дала шпати- $648,08 \text{ см}^{-1}$; альбит- $993,34 \text{ см}^{-1}$; дала шпати- $437,84 \text{ см}^{-1}$; гипс- $365,78 \text{ см}^{-1}$; кварцит- $511,14 \text{ см}^{-1}$; дала шпати- $437,84 \text{ см}^{-1}$; дала шпати- $555,50 \text{ см}^{-1}$ (7-расм).



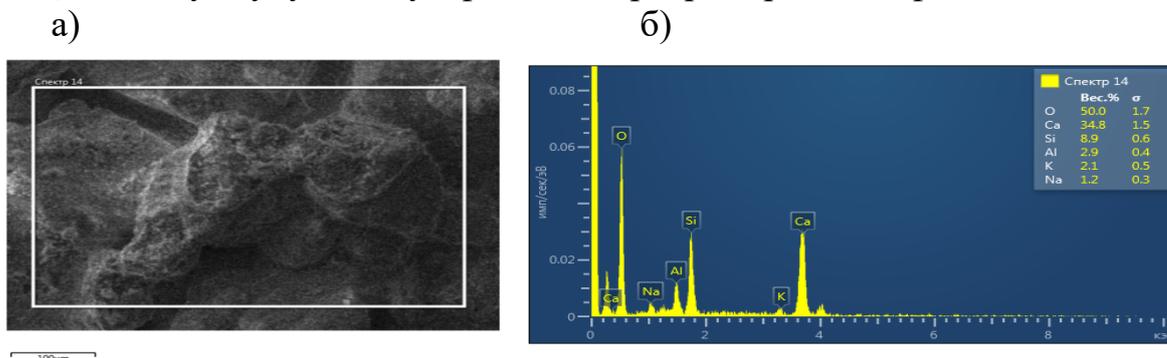
7-расм. Қоришма наъмунасининг рентгенограммаси (28 сут.): Цемент, қум ва учувчан кул.

Физик-кимёвий тадқиқотлар (рентгено-структуравий ва ИҚ спектр) кварцнинг структура ҳосил қилишдаги иштироки аморфли эканлигини тасдиқлайди. Маълумки, учувчан кул микротўлдирувчиси гидратациянинг паст асосий маҳсулотлари ҳосил бўлишининг ортиши ҳисобига мустаҳкамликни таъминлайди, демак, енгил бетоннинг қурилиш-техник ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилайдди.

Бетон ва унинг таркибий қисмлари таркиби тадқиқотлари учун қуйидаги материалларнинг рентгено-структуравий таҳлили қўлланилган: учувчан

кулли қоришма, цемент ва қум, 28 суткадан кейин нормал қотган енгил бетон. Тадқиқотлар SHIMADZU фирмасининг IRAffinity-1 серияли янги авлод спектрофотометрида ўтказилган.

Цемент, қум, учувчан кул фото тасвирлари 8-расмда ифодаланган.



8-расм. а) $\times 100\mu\text{m}$ қоришма наъмунаси микроструктураси: Цемент, қум ва учувчан кул; б) Рентгенофаза таҳлил.

Қоришма: цемент, учувчан кул микро тузилмаси қотишнинг биринчи суткаларида игнасимон кристаллар, турли бурчаклар остидаги майда пластинкасимон кристал ўсимталари кўринишида ифодаланган, қотишнинг 28 суткалик даврида гидросиликатлар миқдори бир текис кристалл микроструктура ҳосил қилиб секин-аста ортади.

Шундай қилиб, нормал шароитларда қоришманинг қотиш вақтида, қуруқ танланган бошланғич учувчан кулда кальций оксиди (CaO) гидратацияси ҳосил бўлади, қотишда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ тўлиқ ўзлаштирилмайди, бу вақт мобайнида қоришма мустаҳкамлигининг заҳиравий ўсишини таъминлайди. Бу гипотеза наъмуналарнинг 7, 28, 60, 90 ва 180 суткалардан сўнг, тадқиқоти натижасида қоришма мустаҳкамлигининг ўзгариши билан тасдиқланади.

Бундан ташқари, гидратлашмаган цемент доналари каби, учувчан кулнинг майда зарралари – кристаллашув марказларидир, натижада қотган асосли аралашма тузилмаси оптималлашувини таъминлайди. Бирлаштирувчи кўприкчалар сифатида, аввало, узунлиги 3-4 мкм га этувчи эттрингит майда ипсимон кристаллар акс этади.

Диссертациянинг **"Ўзбекистон иқлим шароитларида тўсиқли конструкциялар учун янги ғовак тўлдирувчи енгил бетоннинг физик-механик хусусиятларининг ўзига хослиги"** деб номланган тўртинчи бобида ишлаб чиқилган махсулот таркиби ва технологик параметрлар бўйича кварцли порфир ва кўмирланган гил тупроқли ғовак тўлдирувчи асосидаги енгил бетонлардан 20x20x40 см ўлчамли майда блокли махсулотларнинг тажриба серияси ишлаб чиқилган. Енгил бетонларда асосий физик-механик хоссалари ва унинг хусусиятлари тадқиқоти учун корхона шароитида ҳаммаси бўлиб 20 м³, жумладан, 5-10 мм донали 8 м³ ва 10-20 мм донали 12 м³ ғовак тўлдирувчи ишлаб чиқарилган. Корхона шароитида ғовак тўлдирувчининг тажриба партияси ишлаб чиқарилганлиги мос актлар билан тасдиқланган.

Тошкент вилоятидаги “Қурилишматериаллариинвест” масъулияти чекланган жамиятининг ТББ - заводи полигониди 2020 йил май ойида 400x200x200 мм ўлчамли В5 классиди иссиқлик изоляцион конструктив йирик ғовакли енгил бетондан майда блоклар ишлаб чиқарилган. ТАҚИ лабораторияларида ишлаб чиқилган ва “Энергоқурилишиндустрия” корхонасида (Ғазалкент шаҳри) саноат шароитида 20 м³ ҳажмдаги тажриба партиясидан олинган янги ғовак тўлдирувчидан йирик тўлдирувчи сифатида фойдаланиб, 200 (икки юз) дона майда блоклар партиеси тайёрланган.

Тажриба ишлари натижасида, деворбоп майда блоклар тайёрлаш учун кварцли порфир ва Ангрен ИЭС кўмир кули қўшилган ғовак тўлдирувчили енгил бетондан фойдаланиш самарадорлиги аниқланган. Бунда, 15% миқдордаги цементни иқтисод қилиш, майда блокларнинг қотиш давомийлигини 3,5 марта қисқартириш имконияти кўрсатилган.

Йирик ғовак тўлдирувчили енгил бетондан тайёрланган майда блокларни тайёрлашнинг асосий хусусиятлари 2-жадвалда келтирилган.

Кварцли порфир ва кўмирланган каолинли гил тупроқдан деворбоп блокларни тайёрлашнинг қўшимча харажатларини (асосий иш ҳақи, ижтимоий суғуртага ажратмалар, цех харажатлари ва рентабеллик) ҳисобга олиб, иккала вариант таннари деярли бир хил деб таъкидлаш мумкин. Лекин, кварцли порфир ва учувчан кул қўшилган ғовак тўлдирувчили енгил бетонни майда деворбоп блоклар тайёрлашда ишлатиш самарадорлиги аниқланган. Бунда, 15% миқдордаги цементни иқтисод қилиш, блокларнинг қотиш даврини 3,5 марта қисқартириш имконияти кўрсатилган.

1-Жадвал.

Кварцли порфир ва кўмирланган каолин гил тупроқли енгил бетонлар таркиби ҳисоб китоби, 1м³

Материалнинг номи	1м ³ га ишлатиладиган меъерий сарф	Ўлчов бирлиги
Цемент ПЦ 400 Д20	195	кг.
Сув миқдори	142	Литр
Кварцли порфир ҳажми (зкг)	0.8	м ³
Доналари 5-10 ммли кварцли порфир(кгт)	300	кг.
Доналари 10-20 ммли кварцли порфир(кгт)	450	кг.
Учувчан кул (Ангрен ИЭС)	5,85	кг.
Бетон қоришма зичлиги	1614	кг/м ³ .
Бетон зичлиги маркаси	1200	D
Бетон қоришманинг умумий оғирлиги	1614	кг.
С/Ц	0.59	
Ц:Қ:Ш:С пропорциялар	1 : 3.1 : 1.5 : 0.6	кг да.
Қиймати		
Цемент	600	кг/сўм.
Кварцли порфир (кгт)	900	кг/сўм.
Учувчан кул (Ангрен ИЭС)	80	кг/сўм.
Умумий қиймати	1580	кг/сўм.

Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Доналар бўйича натижалар	
		5-10	10-20
Ўртача зичлик	кг/м ³	750	730
Цилиндрда сиқилгандаги мустаҳкамлик	МПа	2,5	2,3
1 соатдан сўнг сув шимиши	%	15,5	14,5
Совуққа чидамлик	Цикллар	50	50

Жадвалга кўра, учучан кул кўшиб цемент сарфининг камайиши ҳисобига энгил бетон ишлаб чиқариш иқтисодий самарадорлиги йилига **239,5** млн сўм ни ташкил қилган.

ХУЛОСАЛАР

“Тўсиқ конструкциялар учун кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдиргичли энгил бетонларнинг хоссалари ва технологик ва хусусиятлари” мавзуси бўйича техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг экспериментал ва назарий тадқиқотлари натижалари бўйича қуйидаги умумий хулосалар қилинган:

1. Кварцли порфир ва кўмирланган гилдан тайёрланган ғовак тўлдирувчили энгил бетон оптимал таркиби аниқланган ва унинг таркибини аниқлаш имконини берувчи боғлиқликлар олинган.

2. Адабиёт манбаларини таҳлилига кўра, қўйилган мақсадга эришиш учун, энг кулай минерал тўлдирувчи сифатида биз учувчан кулни қабул қилинганмиз ва у фақатгина структура ҳосил бўлиши жараёнига ижобий таъсир кўрсатмасдан, балки тизимдаги адгезион хусусиятларини ҳам яхшилаши (тўлдирувчи+боғловчи) асосланган.

3. Ғишт териш ўрнига энгил бетондан тайёрланган майда донали деворбоп блокларидан комплекс фойдаланиш – девор оғирлигининг 20-30% га пасайиши билан бирга, деворлар иссиқлик-техник хусусиятларининг яхшиланишини таъминлайди. Бунга кўра, эксплуатация даврида биноларни иситиш ва совитиш учун 50% гача энергияни тежаш таъминланади.

4. Мустаҳкамликнинг максимал кўрсаткичига эришиш учун, энгил бетон учун майда тўлдирувчи сифатида, майдаланган ғовак тўлдирувчидан эмас, балки кварцли кумдан фойдаланиш мақсадга мувофиқлиги экспериментал тасдиқланган.

5. Турли маркадаги энгил бетоннинг оптимал таркиблари олинган ва мустаҳкамлик чегараси сиқилишда энгил бетоннинг ўртача зичлигига боғлиқлиги аниқланган. В5-В10 классдаги конструкцион энгил бетонлар олиш имкони исботланган. Иссиқлик ва намликни йўқотишнинг оптимал вариантлари белгиланди, бу (2+8+2) соат ва буғланиш ҳарорати 80-85°С ни ташкил этди.

6. Тадқиқ қилинаётган ғовак тўлдирувчили энгил бетон классининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўртача зичлигига боғлиқлиги аниқланган. Бетон классига кўра, ушбу коэффицент 0,47-0,62 чегарасида ўзгаради, бу мос қурилиш конструкциялари учун олинган бетондан фойдаланиш имкониятини кўзда тутди.

7. Тадқиқ қилинаётган енгил бетоннинг кетма-кет намлаш ва қуриштишга барқарорлигини характерлайди. Ўтказилган тадқиқотлардан кўринадики, турли классдаги бетонлар учун ушбу коэффициент 0,96 дан то 100 гача ўзгаради, бу аввал ўрганилган енгил бетонларнинг хусусиятларига ўхшашдир.

8. Ғишт билан ишлаб чиқарилган енгил бетоннинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини таққослаш, қийматнинг сезилмас ортиқлиги ҳақида гувоҳлик беради, лекин майда деворбоп блок массасининг камайиши, иссиқлик-техник кўрсаткичларни яхшилаш, иситиш учун энергия ресурслари сарфининг камайиши ва қурилиш-монтаж ишларининг осонлашуви – ушбу конструкциянинг аналогга нисбатан энергия самарадор эканлигини кўрсатади.

9. Майда деворбоп блокларни тайёрлаш учун, кварцли порфир ва учувчан кул қўшилган ғовак тўлдирувчили енгил бетондан фойдаланиш самарадорлиги аниқланган. Бунда цементнинг 15% миқдорида тежаш, блокларнинг қотиш даври эса 3,5 марта қисқариши имконияти аниқланган.

10. “Қурилишматериаллариинвест” МЧЖ да Ангрен ИЭС микротўлдирувчи (учувчан кул) қўшимчасини деворбоп майда блоклар ишлаб чиқариш соҳасида уларни энергия самарадор, цементни тежаш имконини берувчи енгил бетоннинг таркиби ишлаб чиқилди. Шу билан бирга қўшимчаларсиз енгил бетон ишлаб чиқариш билан солиштирилганда цемент тежалиши йиллик 239,5 млн сўмни ташкил қилди.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

ХАСАНОВ БАХРОМ БАХОДИРОВИЧ

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ ЛЕГКОГО БЕТОНА
НА ПОРИСТОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ ДЛЯ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

05.09.05 – Строительные материалы и изделия

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

Ташкент-2021 год

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2021.2.PhD/T831.

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте и Наманганском инженерно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.taqi.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Шакиров Туйгунжон Тургунович**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Цой Владимир Михайлович**
доктор технических наук, доцент

Сатторов Зафар Мурадович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация: **Ферганский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «19» июля 2021 года в 9⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.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@taqiuz.uz,taqiatm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирован за № 58). (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.

Автореферат диссертации разослан «6» июля 2021 года.
(Реестр протокола рассылка № 2 от «10» июнь 2021 года)

Х.А. Акромов
Председатель 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

И.И. Касимов
Заместитель председателя научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность 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, включая использование новых видов энергоэффективных материалов в области строительных материалов и изделий, эффективное использование энергосберегающих технологий, совершенствование новых строительных материалов, изделий и существующих технологий, тем самым вопросы улучшения физико-механических и физико-химических характеристики пористых заполнителей и легких бетонов занимают лидирующее место. В связи с этим особое внимание уделяется производству легкого бетона с пористыми заполнителями на основе местного сырья и отходов угледобычи, а также созданию энергоэффективных строительных материалов и изделий.

В мировой практике исследования и разработка легких бетонов с пористыми заполнителями направлены на улучшение их свойств. Ведутся широко масштабные научно-исследовательские работы направленные выбору эффективных пористых заполнителей для производства высококачественного, энергоэффективного легкого бетона, управление формированием структуры твердеющего цементного камня с использованием добавок золы-уноса, оптимизации состава легкого бетона, улучшения зоны контакта между пористым заполнителем и минеральным связующим, образованию прочной структуры бетона. В связи с этим все большее значение приобретают изучение физико-механических свойств легкого бетона, снижение расхода цемента с использованием местного сырья и ресурсов отходов угледобычи, производство энергоэффективных стеновых материалов.

В нашей Республике осуществляется ряд мер, направленных на развитие строительной индустрии, модернизации производства строительных материалов и изделий, эффективное использование местного и вторичного сырья при производстве строительных материалов, а также увеличение объемов производства. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определяет задачи, в частности, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, сокращение потребления энергии и материалов в экономике, ...повсеместное внедрение энергоэффективной технологий в производстве ...»². Совершенствование технологии производства качественных и экологически чистых строительных материалов и изделий - одна из важных задач в реализации этих мер, в том числе при производстве легкого бетона с пористым заполнителем на основе местного сырья и отходов угледобычи.

²Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит реализации Указа Президента Республики Узбекистан от 22 мая 2018 г. № УП - 5445 «О дополнительных мерах по оптимизации порядка реализации проектов и строительных работ в капитальном строительстве», Постановления № ПП-4198 от 20 февраля 2019 г. «О мерах по коренному совершенствованию и комплексному развитию отрасли строительных материалов», Постановления № ПП-4335 от 23 мая 2019 г. «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов» и задач, поставленных в других нормативных актах, связанных с этой деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго-и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Научные основы использования эффективных легких бетонов на пористых заполнителях в мировом опыте были разработаны такими зарубежными учеными как И.Н. Ахвердов, А.А. Аракелян, Ю.М. Баженов, Г.А. Бужевич, А.И. Ваганов, Г.И. Горчаков, Б.В. Гусев, Ю.П. Горлов, В.Г. Довжик, И.А. Иванов, С.М. Ицкович, Л.И. Карпикова, Н.А. Корнев, Л.П. Курасовой, Р.Л. Маилян, Ю.Д. Набиевский, Н.А. Попов, М.З. Симонов и др., которые внесли огромный вклад в исследования данной отрасли.

Отечественные ученые как А.Б. Ашрабов, А.А. Ашрабов, Б.А. Аскарлов, Х.А. Акрамов, Л.М. Ботвина, У.А. Газиёв, Э. Касимов, И.Э. Касимов, Н.А. Самигов, А.А. Тулаганов, С.А. Ходжаев, Х.Х. Камилов, Ш.Р. Низамов, Г.И. Ступаков, Г.В. Самсонова, Ш.Ш. Шаджалилов, Р.Р. Юсупов, З.М. Сатторов и другие в течении многих лет вели и ведут исследования в области улучшения структуры, свойств легкого бетона внесли, и вносят огромный вклад в изучении строительных материалов, достигли определенных достижений, научных результатов.

В результате этих исследований внесен большой вклад в развитие теории и технологии легких бетонов на различных пористых заполнителях. В нашей стране большое количество исследований были посвящены изучению технологии и свойств керамзитобетона, который применялся в основном для одно - и двухслойных стеновых панелей в сборном крупнопанельном строительстве для возведения стен и перекрытий в монолитном домостроении.

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-2018-179 “Разработка ресурсо и энергосберегающей технологии производства пористого заполнителя для легкого бетона и низкопрочного бетона на базе местного сырья и отходов угледобычи” (2018-2020 гг.).

Целью исследования является выявление особенностей формирования структуры, технологии и свойств легкого бетона на новом пористом заполнителе, полученном из отходов угледобычи, обеспечивающим улучшение его свойств для применения в ограждающих конструкциях энергоэффективного доступного жилья.

Задачи исследования:

выявление особенности формирования структуры и свойств легкого бетона на новом искусственном пористом заполнителе, обуславливающие улучшение его физико-механических свойств;

установление влияния на структурообразование и прочность легкого бетона введения тонкомолотого микронаполнителя;

определение эффективного сочетания физико-механических и тепло-технических характеристик легкого бетона для ограждающих конструкций малоэтажных жилых зданий, эксплуатируемых в резко-континентальных климатических условиях Узбекистана;

опытно-производственная апробация и оценка технико-экономической эффективности применения легкого бетона на новом пористом заполнителе в стеновых ограждающих жилых зданий.

Объектом исследования является легкие бетоны на пористых заполнителях из природного сырья и отходов производства.

Предметом исследования являются структуры, технологические свойства и физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры легкого бетона на пористом заполнителе на основе отходов угледобычи-зауглероженной глины и кварцевого порфира.

Методы исследований. В процессе проведения исследования используются современные методы физико-химического анализа, инфракрасного-спектроскопического, электронно-микроскопического и термогравиметрического анализа, стандартные методы исследования показателей свойств и качества легкого бетона, методы математического моделирования анализа результатов экспериментов.

Научная новизна исследования:

обоснованы возможности использования золы-уноса Ангренского ТЭС в качестве минеральной добавки для повышения прочности легкого бетона с пористым заполнителем на основе кварцевого порфира и отходов угледобычи;

с целью снижения расхода цемента обосновано использование золы-уноса местных ТЭС и разработаны современные методы ее физико-химического, инфракрасного, электронно-микроскопического и термогравиметрического анализа;

разработаны математические модели, показывающие зависимость средней плотности от прочности легкого бетона, используемого для стеновых материалов;

разработаны энергоэффективные мелкие стеновые блоки размером 20x20x40 см из легкого бетона для ограждающих конструкций с учётом климатических условий Узбекистана.

Практические результаты исследования:

Разработан оптимальный состав легких бетонов, которые по своим физико-механическим свойствам и теплотехническим характеристикам наиболее эффективны при комплексном применении в ограждающих конструкциях малоэтажных зданий в климатических условиях республики;

Разработана программный комплекс ЭВМ, позволяющий автоматизировать процесс оптимизации состава и свойств эффективных легких бетонов;

Создана возможность применения в стеновых ограждениях легкого бетона, полученного с использованием сравнительно малопрочного пористого заполнителя из зауглероженной каолиновой глины и кварцевых порфиров взамен кирпичной кладки или тяжелого бетона.

Достоверность результатов исследования: Достоверность результатов исследования обеспечивается применением методов физико-химического анализа, использованием стандартных методов испытаний физико-механических свойств легких бетонов, применением методов статической обработки данных, а также результатами опытно-промышленной апробации.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования состоит из анализа научных теорий изготовления легкого бетона на новом пористом заполнителе из отходов угледобычи и местных горных пород и развивают представления о формировании структуры, физико-механических свойств и технологических особенностях и создают предпосылки для расширения его применения в ограждающих конструкциях энергоэффективных жилых зданий.

Практическая значимость исследования заключается в разработке эффективных составов легкого бетона на новым пористом заполнителе, характеризующегося оптимальным сочетанием физико-механических свойств и теплотехнических показателей, обуславливающих эффективное его применение в ограждающих конструкциях доступного жилья в климатических условиях Узбекистана.

Внедрение результатов исследования: На основании научных результатов “Особенности технологии и свойств легкого бетона на пористом заполнителе из отходов угледобычи для ограждающих конструкций” по теме:

при опытно производство стеновых блоков из легкого бетона: внедрено в ООО «Курилишматериалларинвест» (2021 г. Ассоциации «Узпромстройматериалы» справка № 05 / 15-819 от 25 марта). В результате введение микрозаполнителя (зола-уноса) удалось с экономить 5-10% цемента и при снижении водопотребности на 7-9% увеличивается прочность легкого бетона на 1,17 раз;

исследования, при разработке методов производство искусственного легкого пористого бетона и внедрении результатов испытаний получен сертификат программы ЭВМ (DGU № 07093) на «Выбор оптимального варианта легкого пористого бетона на основе местного сырья и отходов угледобычи» внедрено в ООО «Курилишматериалларинвест» (справка

Ассоциации «Узпромстройматериалы» № 05 / 15-819 от 25 марта 2021 г.). В результате появилась возможность выбрать состав легкого бетона с требуемой средней плотностью и прочностью;

В ООО «Курилишматериалларинвест» внедрено опытное производство энергоэффективных стеновых блоков с искусственным пористым наполнителем (справка объединения «Узпромстройматериалы» № 05 / 15-819 от 25 марта 2021 года). В результате изготовлены энергоэффективные небольшие стеновые блоки размерами 20x20x40 см.

Апробация результатов исследования: Результаты исследования по теме диссертации обсуждены на 5 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования: Всего по теме диссертации опубликовано 22 научных статьи, из них 10 научных статей, в том числе 1 в зарубежных журналах, основные научные результаты диссертаций опубликованы 12 статей в научных журналах входящих Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, рекомендованных к публикации. Кроме того, получено 2 патента программ для расчета (DGU № 07093-2019, DGU № 07135-2019).

Структура и объём диссертации: Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страниц.

ОСНОВНЫЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертационной работы обосновывается актуальность и необходимость выполненных диссертационных исследований, приводятся цели и задачи исследований, объект и предмет исследований, приведены сведения о его соответствии важным направлением 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 статьях по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

Первой главе диссертации, озаглавленной **«Прочность и плотность лёгких бетонов, современное состояние их применения в строительстве энергоэффективных жилых зданий»**, даётся аналитический обзор современного состояния научной проблемы. В ней описаны методы получения энергоэффективных строительных материалов и изделий, проведен анализ опубликованной литературы по результатам научных работ, проведенных отечественными и зарубежными исследователями по удешевлению легкого бетона и снизить расход материалов, улучшению их физико-механических свойств.

За последние несколько десятилетий производство энергии во всем мире значительно возросло и общая тенденция роста потребления энергии продолжает сохраняться. Поэтому вопросы повышения эффективности

энергопотребления и снижение выбросов парниковых газов в атмосферу во всем мире приобрели особую актуальность и приоритетное значение.

Это связано с тем, что деятельность человека уже начинает оказывать ощутимое негативное влияние на окружающую среду. Не менее важной причиной является то, что запасы ископаемых энергоресурсов (нефть, газ, уголь и др.) в природе не безграничны, и их надо беречь. Поэтому во многих странах особое внимание уделяют вопросам: во-первых, разработке и применению энергосберегающих технологий в сферах производства, транспорта, строительства и коммунального хозяйства и, во-вторых, использованию возобновляемых источников энергии – солнечной, ветровой, энергии морских приливов, гидротермальных источников и др. Тесное взаимодействие этих направлений в современных сложившихся условиях позволяет обеспечить эффективное энергопотребление.

Во второй главе диссертации «**Применяемые материалы и методы исследования**» представлены характеристики использованных в научно-исследовательской работе легких бетонов, на основе пористых заполнителей, а также методы экспериментальных исследований. Для проведения экспериментальных исследований в качестве крупного заполнителя использован крупный пористый заполнитель, разработанный на кафедре «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» Ташкентского архитектурно-строительного института с использованием кварцевого порфира и отходов угледобычи Ангрэнского месторождения угля (зауглероженная каолинистая глина).

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 легкого бетона 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.

Для анализа основных зависимостей показателей качества легких бетонов от параметров состава и выбора функций, для расчета оптимальных составов на основании полученных экспериментальных данных построены математические модели прочности, водопотребности и средняя плотность легких бетонов.

Влияние количества портландцемента, песка и искусственного пористого заполнителя на прочность легкого бетона изучено методом математического моделирования. В исследовании использовался вторичный трехфакторный план Бокса-Бенкина и найдено уравнение третичной регрессии.

Изменяются следующие факторы:

X_1 - количество портландцемента, использованного на 1 м^3 образца бетона, кг;

X_2 - количество использованного песка на 1 м^3 бетонной пробы, кг;

X_3 - количество использованного пористого заполнителя на 1 м^3 образца бетона, кг;

Процесс оптимизации выражается следующим уравнением:

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

Поскольку эксперимент по оптимизации проводился на ортогональном плане с полным фактором, влияние анализируемых факторов на прочность легкого бетона можно визуализировать в виде вторичного полинома. Модель прочности легкого бетона выглядит следующим образом:

$$Y_R = 22,1 + 4,77x_1 - 0,38x_2 - 0,22x_3 - 0,05x_1x_2 - 0,05x_1x_3 + 0,05x_2x_3 - 4,22x_1^2 + 2,73x_2^2 + 1,73x_3^2; \quad (2)$$

где $Y = R_{28 \text{ сут}}$ - прочность на сжатие образца молочно-легкого бетона после 28 суток твердения, МПа.

Из уравнения видно, что требуемая прочность может быть достигнута путем изменения принятых коэффициентов в большом масштабе.

Модель средней плотности легкого бетона выглядит следующим образом:

$$Y_\rho = 1573,4 + 30,0x_1 - 7,5x_2 - 4,5x_3 + 1,3x_1x_3 - 1,2x_2x_3 + 8,7x_1^2 + 31,2x_2^2 + 21,2x_3^2;$$

Расход цемента, $\text{кг}/\text{м}^3$	В/Ц, л/кг	Зола-унос, %	Средняя плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Прочность при сжатии, МПа
x_1	x_2	x_3	Y_ρ	Y_R

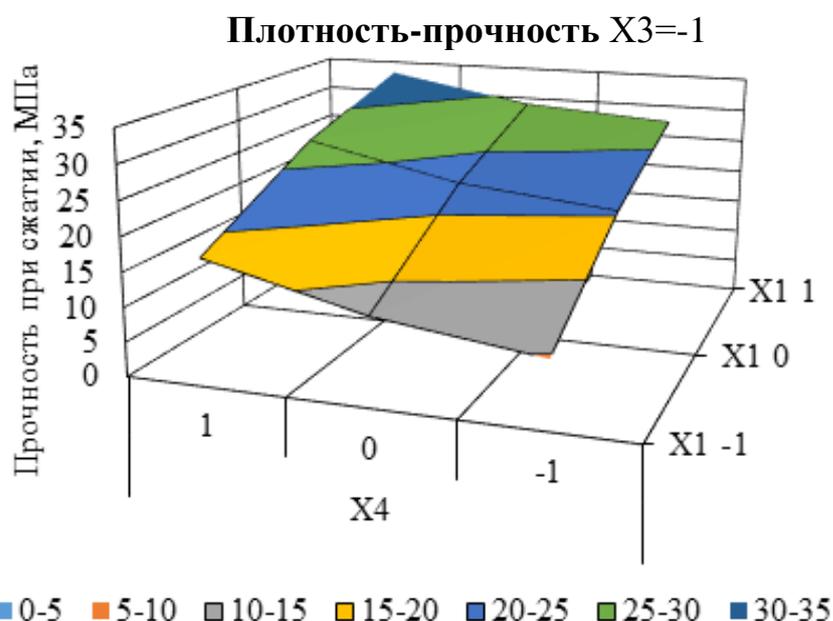


Рис. 1. Линейная зависимость плотности от расхода цемента и В/Ц.

Было проведено два вида статистического анализа:

1. Линейная регрессия
2. Полиномиальная регрессия

Уравнения многомерной линейной регрессии получены по результатам проведенных экспериментов с помощью специальной программы на matcad 13 по которым установлены графики зависимости прочности бетона от его средней плотности (рис. 1. и 2.).

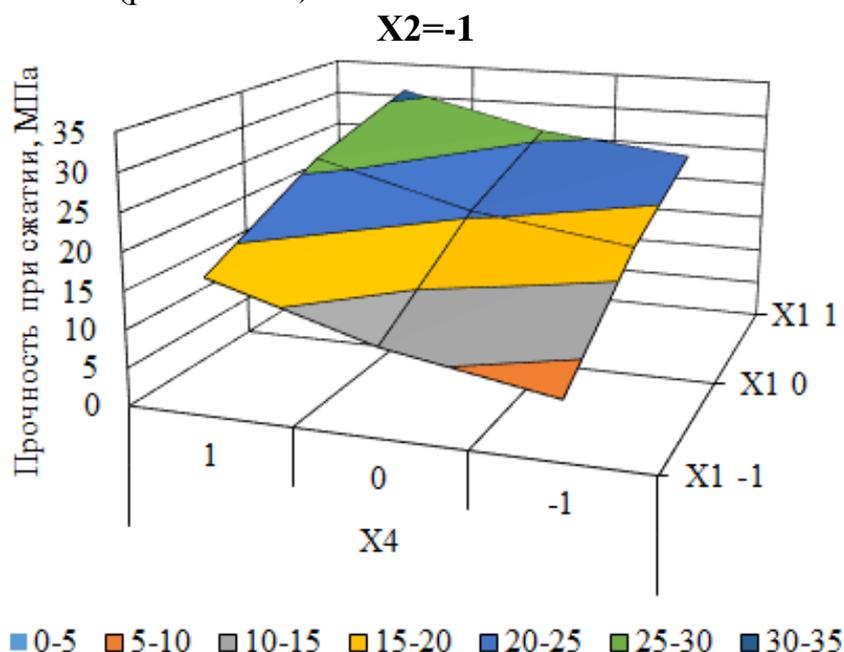


Рис. 2. Полиномиальная зависимость плотности от расхода цемента и В/Ц.

На основе полученных данных создана модель, в которой расходуется минимальное количество цемента для получения оптимального состава легкого бетона на пористых заполнителях. Исследование показало, что для 1 м^3 легкого бетона класса В10 можно использовать 195 кг портландцемента, 300кг кварцевый порфир фракции 5-10 мм и 450 кг кварцевый порфир фракции 10-20 мм.

Известно, что микрозаполнители (зола-уноса) должны снижать водопотребность цементных систем и повышать прочность легкого бетона. С целью изучения влияния минеральных добавок на водопотребность и кинетику твердения портландцемента и легкого бетона на его основе были проведены теоритические и практические исследования.

В третьей главе диссертации «**Влияния технологических факторов на свойства легкого бетона на новом пористом заполнителе**» представлены научные основы модификации состава легкого бетона новыми минеральными добавками пористого заполнителя (зола-унос), синтез пористого заполнителя и минеральной добавки, выбор состава легкого бетона, заполнителя из кварцевого порфира и угольной глины и физико-механических дан анализ физико-химических свойств легкого бетона на прочность.

Включение минеральных добавок (зола-унос) в состав легкого бетона с пористым заполнителем снижает соотношение воды и цемента, уменьшение водопотребления приводит к повышению прочностных свойств легкого бетона, что открывает возможности получения высокопрочного легкого бетона. Такие аспекты положительно сказываются на долговечности легкого бетона, то есть на его долговечности. Например, когда расход цемента составляет 450-500 кг/м³, прочность легкого бетона отличается очень мало, особенно в композициях с расходом пористого заполнителя 750 л/м³ и особенно 850-950 л/м³. При такой прочности легкий бетон четко объясняется тем, что пористый заполнитель достигает значений предела прочности. Здесь следует отметить, что высокий расход пористого заполнителя в диапазоне 850-950 л /м³ представляет собой большие значения предельной прочности по сравнению с традиционным расходом 750-800 л/м³.

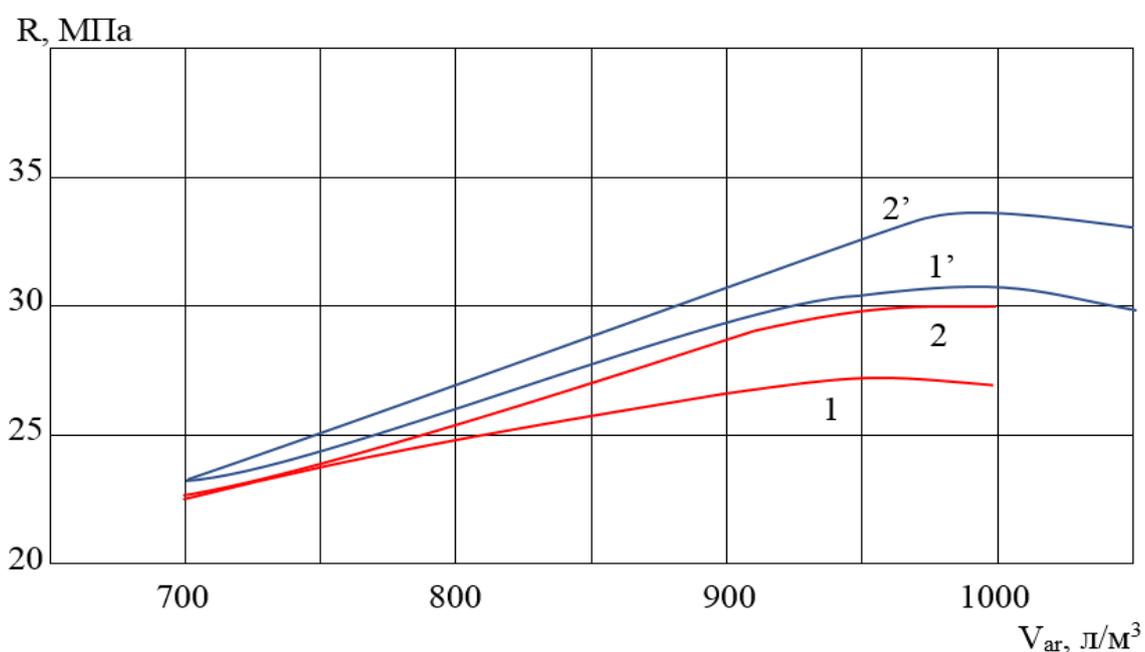


Рис. 3. Влияние расхода крупного заполнителя на прочность легкого бетона при: *постоянной прочности растворной составляющей (1, 1') и постоянном расходе цемента (2, 2')*; 1, 2 – данные нашей работы для легкого бетона на новом пористом заполнителе; 1', 2' – данные работы для керамзитобетона.

В экспериментах использование массового производимого в республике керамзита со среднестатистической прочностью 2,8-3,0 МПа, рекомендуемого для получения бетонов прочностью до 25 МПа, позволило получить керамзитобетон с прочностью 30,0-34,0 МПа на портландцементе М 400 при расходе до 450-500 кг/м³. Полученные закономерности справедливы для легких бетонов и при использовании малопрочных пористых заполнителей. Так, при использовании нового пористого заполнителя со средней прочностью 2,5 МПа, рекомендуемого для получения легких бетонов с прочностью до 20 МПа, при его расходе 950 л/м³ был получен легкий бетон с прочностью до 30 МПа при расходе цемента до 500 кг/м³. При расходе крупного заполнителя 1050 кг/м³ был получен бетон с

прочностью 20; 25; 28,5 при расходе цемента соответственно 220, 300, 400-450 кг/м³ (рис. 4.).

R, МПа

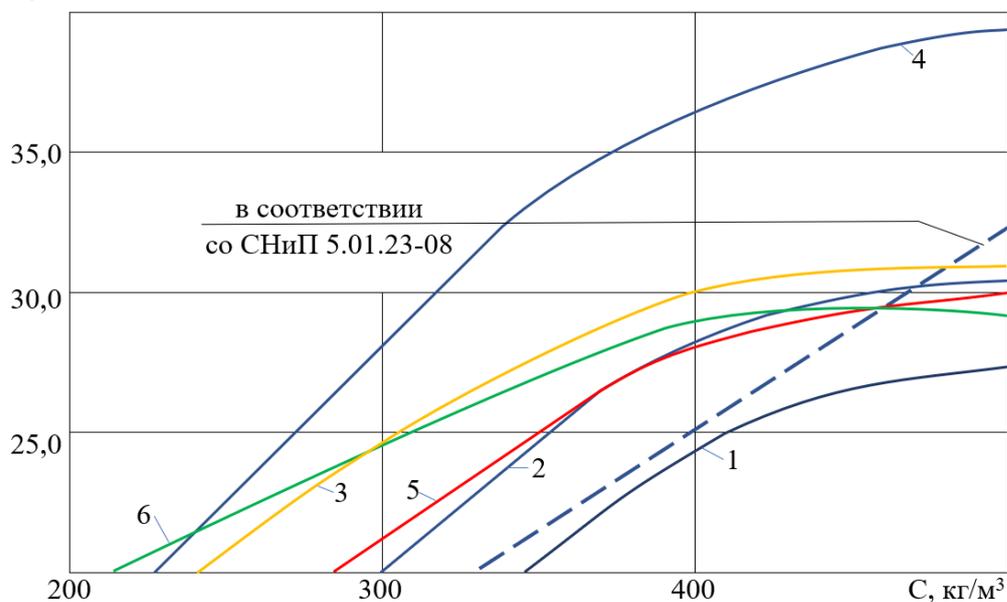


Рис. 4. Влияние расхода цемента на прочность легкого бетона при расходе: 1,2,3-керамзита с $R=2,8-3,2$ МПа, соответственно, 750, 850, 950 л/м³, 4-керамзита с $R=3,0-3,6$ МПа 950 л/м³ по данным, 5,6-на новом пористом заполнителе с $R=2,3-2,7$ МПа, 950, 1050 л/м³.

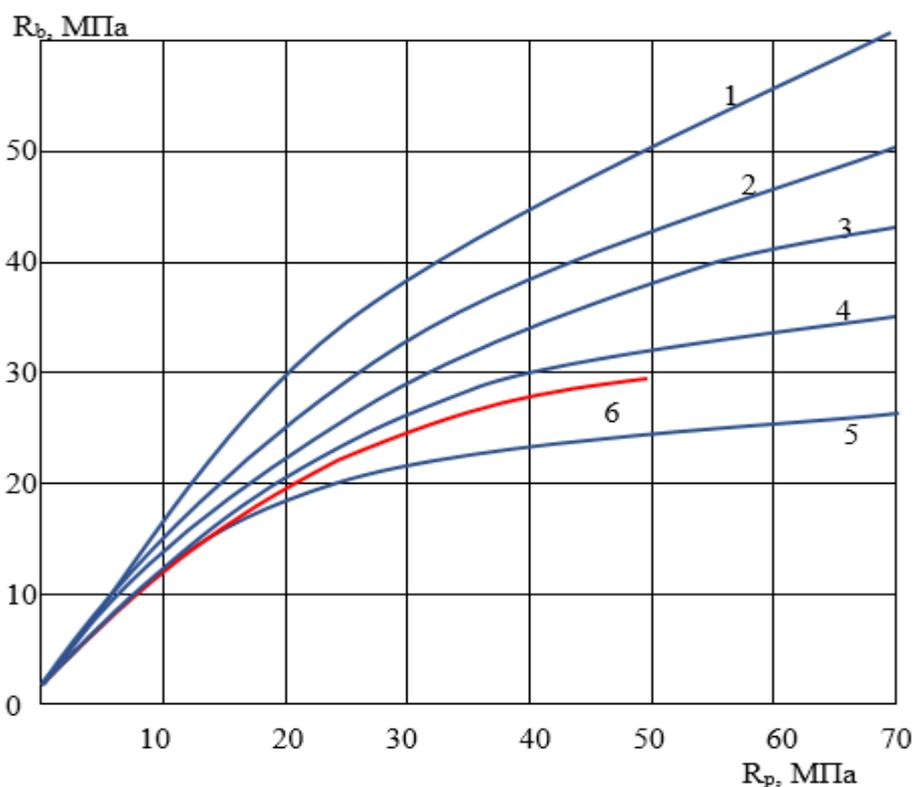


Рис. 5. Зависимость прочности бетона (R_b) от прочности растворной части (R_p): 1,2,3,4,5-прочность керамзитобетона на керамзите соответственно, 7,0; 6,0; 4,0; 3,0; 2,0 МПа по данным Ю.М. Баженова; 6-на новом пористом заполнителе из кварцевых порфиров и зауглероженной глины с прочностью 2,0-2,5 МПа.

Полученные нами экспериментальные данные согласуются с уже ставшими классическими представлениями о формировании структуры и предельной прочности легких бетонов на пористых заполнителях с различной прочностью в зависимости от прочности растворной составляющей, установленных в основополагающем труде А.И. Ваганова и подтвержденных в работе Ю.М. Баженова (рис. 5.).

Легкий бетон на новом пористом заполнителе с достигнутой прочностью может с успехом применяться в несущих конструкциях. Наиболее эффективно применение конструкционного легкого бетона с такой прочностью (25-30 МПа) и плотностью (до 1600 кг/м³) в монолитном каркасе зданий до 5-этажей, в особенности прочностью 20 МПа в сейсмопоясах малоэтажных зданиях в 1-2 этажа, наиболее широкого строящихся в частном секторе. Кроме того, применение легкого бетона снижает собственную массу здания. Близкие деформационные характеристики материала каркаса с заполнением из кирпича или легкобетонных блоков обеспечит эффективную совместную работу при сейсмических воздействиях. Применяемый для этих целей тяжелый бетон из-за высокой плотности создает мосты холода, через которые происходят большие потери тепла.

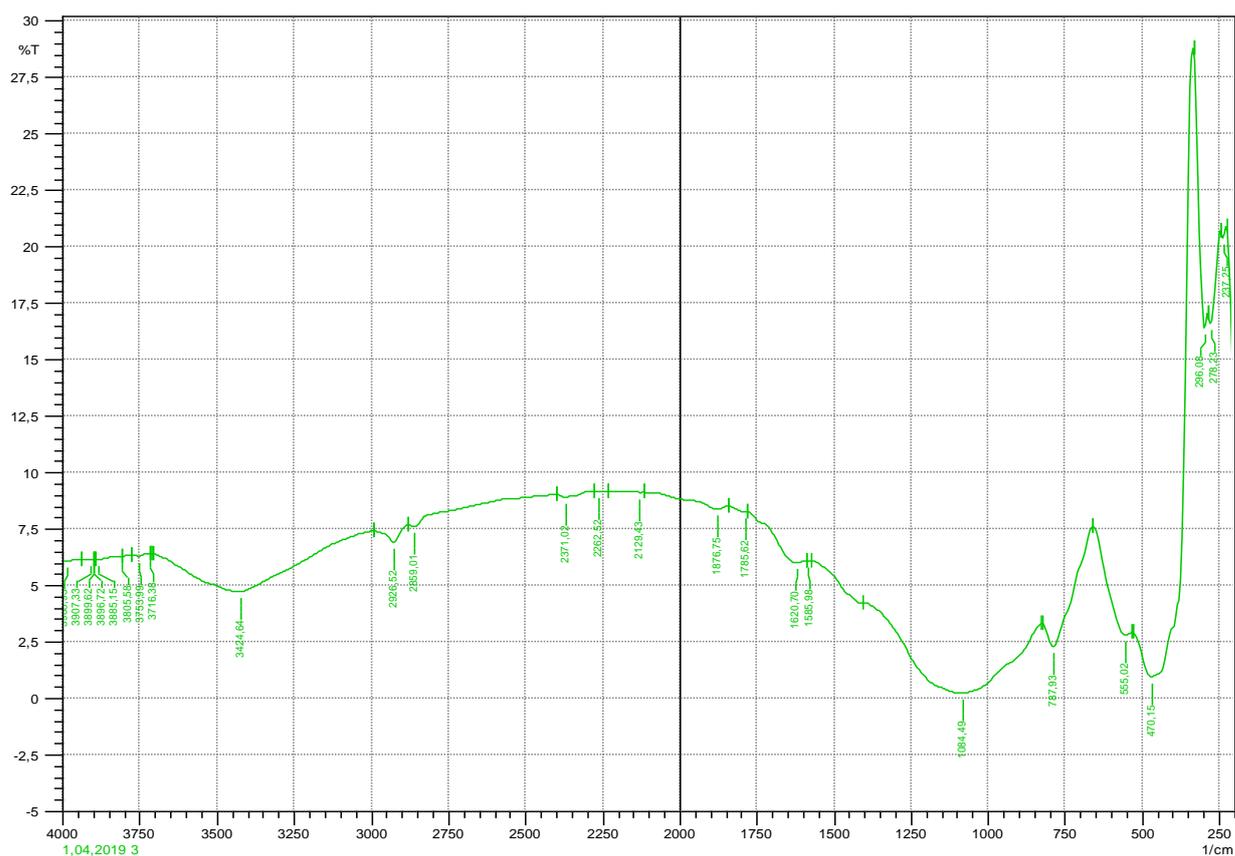


Рис. 6. ИК спектр золы-уноса Ангренского ТЭС

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

Прочностные характеристики легкого бетона зависят не только от плотности и условий твердения, но и от процессов гидратации, структурообразования, микроструктуры и образующихся новообразований в процессе твердения.

В качестве микронаполнителя была использована зола-унос Ангреноского ТЭС.

Анализ результатов показал, что были идентифицированы в спектре ИК золы-уноса Ангреноского ТЭС следующие компоненты: кварц аморфный $470,15 \text{ см}^{-1}$, $1098,09 \text{ см}^{-1}$; α кварц- $787,93 \text{ см}^{-1}$; кальцит- $1084,49 \text{ см}^{-1}$, $1785,62 \text{ см}^{-1}$; полевоы шпат- $555,02 \text{ см}^{-1}$.(рис. 6.)

Для определения влияния микронаполнителя золы-уноса на структурообразовании легкого бетона были проведены физико-химические исследование оптимальных составов бетона.

Обобщая все результаты анализов исследований золы, раствора и бетона показали, что компоненты идентифицированные во всех трех составах повторяются в разных частотах.

Первым этапом исследования явилось ИК-спектр анализ цементного раствора: цемента, песка, зола-уноса.

Результаты анализа проведенных испытаний, показали что, следующие компоненты были идентифицированы в спектре ИК: кальцит- $873,75 \text{ см}^{-1}$; α кварцит- $777,31 \text{ см}^{-1}$; доломит $694,37 \text{ см}^{-1}$; полевоы шпат- $648,08 \text{ см}^{-1}$; альбит- $993,34 \text{ см}^{-1}$; полевоы шпат- $437,84 \text{ см}^{-1}$; гипс- $365,78 \text{ см}^{-1}$; кварцит- $511,14 \text{ см}^{-1}$; полевоы шпат- $437,84 \text{ см}^{-1}$; полевоы шпат- $555,50 \text{ см}^{-1}$. (рис. 7.)

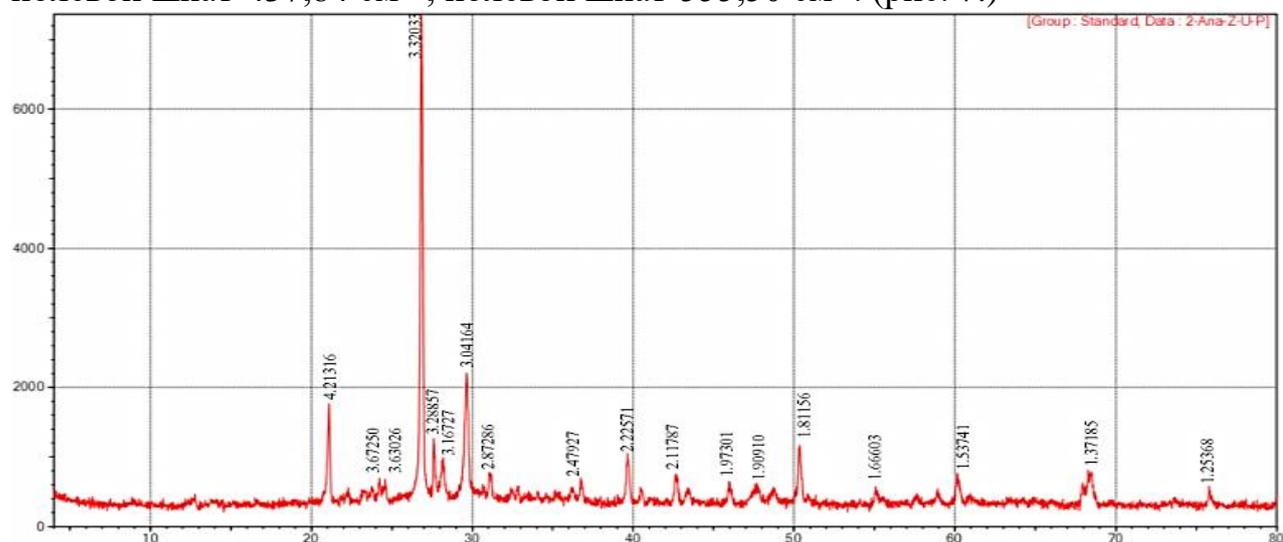


Рис. 7. Рентгенограмма (28 сут.) образца раствора: Цемента, песка и зола-уноса.

Физико-химические исследования (рентгеноструктурный и ИК спектр) подтверждают участие в структурообразовании кварца аморфно. Установлено, что микронаполнители золы-уноса за счет прироста образование низко основных продуктов гидратации обеспечат прочность, следовательно, улучшат строительные и эксплуатационные характеристики легкого бетона.

Для исследования состава бетона и его составляющих применили рентгеноструктурный анализ следующих материалов: раствора состоящего

из золы-уноса, цемента и песка, легкого бетона после 28 суточного нормального твердения. Испытания проводились на приборах нового поколения спектрофотометре фирмы SHIMADZU серии IRAffinity-1.

Фотоизображение цемента, песка, зола-уноса представлены на рис.8.

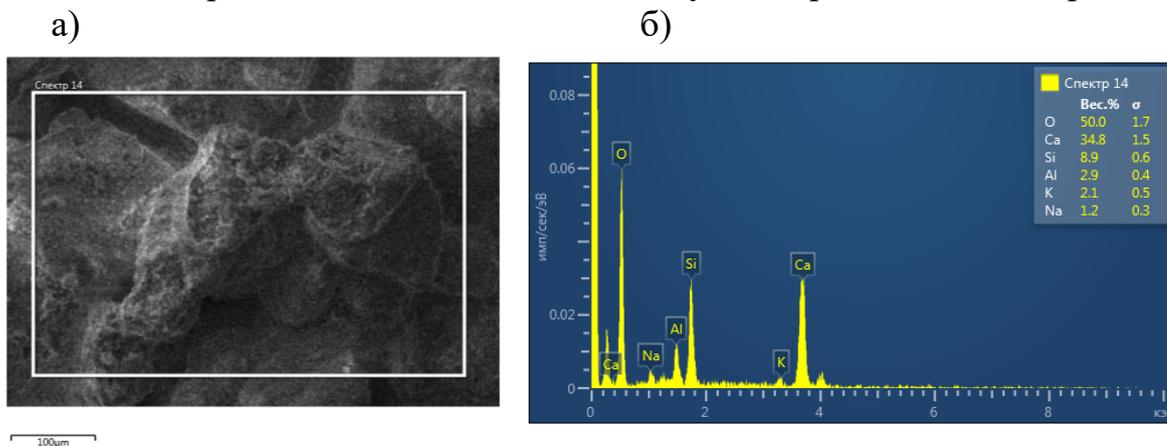


Рис.8.а)х100μм Микроструктура образца раствора: Цемент, песок и зола-унос; б) Рентгенофазовый анализ.

Микроструктура состава: цемент, зола-уноса в первые сутки твердения, представлена игольчатыми кристаллами, сросками мелких пластинчатых кристаллов, прорастающих под разными углами. В 28 суточном возрасте твердения количество гидросиликатов постепенно увеличивается, образуя равномерную кристаллическую микроструктуру.

Таким образом, во время твердения раствора в нормальных условиях происходит гидратация оксида кальция (CaO) в исходной золе сухого отбора, полное усвоения Ca(OH)₂ при твердении не достигается, что является резервом роста прочности раствора во времени. Это гипотеза подтверждается изменением прочности раствора в результате испытания образцов после 7, 28, 60, 90 и 180 суток твердения.

Помимо этого, мельчайшие частицы золы-уноса, как и негидратировавшие цементные зерна, являются центрами кристаллизации, в результате обеспечивается оптимизация структуры затвердевшей закладочной смеси. В качестве соединительных мостиков выступают, скорее всего, тонкие нитевидные кристаллы этtringита, достигающие 3-4 мкм в длину.

В четвёртой главе **«Особенности физико-механических свойств легкого бетона на новом пористом заполнителе для ограждающих конструкций в климатических условиях Узбекистана»**. Выпуск опытной партии изделий мелких блоков размерами 20x20x40 см легких бетонов на основе пористого заполнителя из кварцевых порфиров и зауглероженной каолиновой глины по разработанному составу шихты и технологических параметров. Всего в заводских условиях было выпущено 20 м³ пористого заполнителя для исследования основных физико-механических характеристик и его свойств в легких бетонах, в том числе 8 м³ фр. 5-10 мм и

12 м³ фр.10-20 мм. Достоверность выпуска опытной партии пористого заполнителя в заводских условиях подтверждена соответствующим актом.

Изготовление мелких блоков производили в мае 2020 г. на полигоне ЖБИ-завода ООО «Курилишматериалларинвест» в Ташкентской области по изготовлению мелкого блока из теплоизоляционно-конструктивного крупнопористого легкого бетона класса В 5 размером 360x180x180 мм. Была изготовлена опытная партия мелких блоков, в количестве 200 (двести) штук, с использованием в качестве крупного заполнителя нового пористого заполнителя разработанного в лаборатории ТАСИ и полученного в производственных условиях на дочернем предприятии «Энергокурулиш-индустрия» (г. Газалкент) опытной партии в объёме 20 м³.

В результате опытных работ установлена эффективность применения легкого бетона с пористым заполнителем из кварцевого порфира и добавки золы-уноса Ангрен ТЭС для изготовления мелких стеновых блоков.

Основные свойства использованного пористого заполнителя для изготовления крупнопористых бетонных строительных блоков приведены в таблице 2.

Учитывая дополнительные расходы на изготовление из кварцевого порфира и зауглероженной каолиновой глины строительных блоков (основная зарплата, отчисления на социальное страхование, цеховые расходы и рентабельность) можно утверждать, что себестоимость обоих вариантов почти одинакова. При этом показано возможность экономии цемента в размере 15%, сокращения продолжительности твердения блоков в 3,5 раза.

Таблица 1.

Расчет состава легких бетонов из кварцевого порфира и зауглероженной каолиновой глины на 1м³

Название материала	Используемые на 1м ³ нормативные расходы	Единицы измерение
Количество цемента	195	кг.
Количество воды	142	Литров
Объем Кварцевого порфира(зкг)	0.8	м ³ .
Кварцевый порфир(зкг) фр.5-10 мм	300	кг.
Кварцевый порфир(зкг) фр.10-20 мм	450	кг.
Зола-унос (Ангрен ТЭС)	5,85	кг.
Плотность бетонной смеси	1614	кг/м ³ .
Марка плотности бетона	1200	D
Общий вес бетонной смеси	1614	кг.
В/Ц	0.59	
Пропорции Ц:П:Щ:В	1 : 3.1 : 1.5 : 0.6	в кг.
Стоимость		
Цемент	600	кг/сум.
Кварцевый порфир(зкг)	900	кг/сум.
Зола-унос (Ангрен ТЭС)	80	кг/сум
Общая стоимость	1580	кг/сум.

Таблица 2.

Показатели	Ед.изм.	Результаты по фракциям	
		5-10	10-20
Объемная масса	кг/м ³	750	730
Прочность при сдавливании в цилиндре	МПа	2,5	2,3
Водопоглощение через 1 час	%	15,5	14,5
Морозостойкость	Циклы	50	50

Согласно таблицы, экономическая эффективность легкого бетона за счет снижения расхода цемента (зола-уноса) составила в год **239,5** млн сум.

ВЫВОДЫ

По результатам экспериментального и теоретического исследования диссертации доктора философии (PhD) технических наук по теме: «Особенности технологии и свойств легкого бетона на пористом заполнителе из отходов угледобычи для ограждающих конструкций» были сделаны следующие общие выводы:

1. Проведена оптимизация составов легкого бетона на пористых заполнителях из кварцевых порфиров и зауглероженной глины, позволившие определить зерновые составы крупного заполнителя и составляющих легкого бетона.

2. Исходя из анализа литературных источников в качестве минерального наполнителя наиболее подходящим для получения поставленной цели, нами была принята зола-уноса, которая не только положительно скажется на процессы структурообразования, но так же улучшит адгезионные свойства в системе (заполнитель+вяжущее).

3. Комплексное применение стеновых мелкоштучных блоков из легкого бетона взамен кирпичной кладки обеспечивает снижение собственной массы стен на 20-30% с одновременным улучшением теплотехнических показателей стен. Благодаря этому обеспечивается экономия энергии до 50% на отопление и охлаждение зданий в период эксплуатации.

4. Экспериментально установлено, для достижения максимального показателя прочности в качестве мелкого заполнителя для легкого бетона целесообразно использовать кварцевый песок, а не молотый пористый заполнитель.

5. Получены оптимальные составы легкого бетона различных марок и установлена зависимость предела прочности при сжатии от среднего плотности легкого бетона. Доказана возможность получения конструкционных легких бетонов классов В5-В10. Установлены оптимальные режимы тепло влажностной обработки, которые составили (2+8+2) час и температура пропаривания 80-85°C.

6. Выявлены зависимости теплопроводности от среднего плотности исследуемых класса бетона на новых пористых заполнителях. В зависимости от класса бетона данный коэффициент варьируется в пределах от 0,47-0,62, что предполагает возможность применения полученного бетона для соответствующих строительных конструкций.

7. Испытаны стойкости исследуемого легкого бетона к попеременному увлажнению и высушиванию показали, что для разных классов бетонов данный коэффициент варьируется от 0,96 - до 100 что является схожим со значениями ранее исследованных легких бетонов.

8. Техничко-экономическое сравнение разработанного легкого бетона по сравнению с кирпичом свидетельствует о незначительном повышении стоимости, однако уменьшение массы мелкого блока, улучшение теплотехнических показателей, уменьшение расходов энергоресурсов на отопление и облегчение строительно-монтажных работ делают данную конструкцию в несколько раз энергоэффективнее, по сравнению с аналогом.

9. Установлено эффективность применения легкого бетона с пористым заполнителем из кварцевого порфира и добавки золы-уноса для изготовления мелких стеновых блоков. При этом показано возможность экономии цемента в размере 15%, сокращения продолжительности твердения блоков в 3,5 раза.

10. В СП ООО “Курилишматериаллариинвест” применен разработанный состав легкого бетона, позволяющий экономить цемент при производстве стеновых мелких блоков с микрозаполнителем Ангрен ТЭС (зола-уносом). При этом по сравнению с производством легкого бетона без микрозаполнителя экономия цемента составила в год 239,5 млн сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc. 26 / 30.12.2019. T. 11.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT ARCHITECTURE AND
CIVIL ENGINEERING INSTITUTE**

**TASHKENT ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE
NAMANGAN ENGINEERING CONSTRUCTION INSTITUTE**

KHASANOV BAKHROM BAKHODIROVICH

**FEATURES OF TECHNOLOGY AND PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT
CONCRETE ON POROUS AGGREGATE FROM COAL MINING WASTE
FOR FENCING STRUCTURES**

05.09.05 – Building materials and products

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

Tashkent-2021

The topic of the thesis for the degree of Doctor of Philosophy (Phd) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2021.2.PhD/T831

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering and Namangan Engineering Construction Institute.

The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page (www.taqi.uz) and on the Information and Educational Portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific tutor:

Shakirov Tuygunjon Turgunovich

candidate of technical sciences, associate professor

Official opponents:

Tsoi Vladimir Mikhailovich

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Sattorov Zafar Muradovich

candidate of technical sciences, professor

Leading organization:

Fergana polytechnic institute

The defense of the dissertation will take place "19" jule 2021 at 9⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc.26 / 30.12.2019.T.11.01 at the Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, (Address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy street, house No. 7v. Tel : (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 can be found in the Information Resource Center of the Tashkent Architecture and Construction Institute (registered under No. 58). (Address: 100084, Tashkent, Malaya Koltseveya road, house No. 7. Tel.: (71) 235-43-40; fax: (998 71) 234-15-11), e-mail: [taqi atm @ edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The abstract of the dissertation was sent out "6" july 2021.

(Register of protocol dispatch No. from "10" june 2021)

Kh. A. Akramov

Chairman of the Scientific Council for the Awarding of Academic 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

I.I. Kasimov

Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council for the Awarding of Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Dotsent

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

The aim of the study is to identify the features of the formation of the structure, technology and properties of lightweight concrete on a new porous aggregate obtained from coal mining waste, which improves its properties for use in the enclosing structures of energy-efficient low-rise affordable housing.

The object of research is: lightweight concrete based on porous aggregates from natural raw materials and production waste.

Scientific novelty of the research:

based opportunities for using the fly ash of the Angren thermal power plant as a mineral supplement to enhance the strength of light concrete with a porous filler based on quartz porphyry and coal waste;

the use of fly ash of local Angren TPP has been justified in order to reduce cement consumption and modern methods of its physical-chemical, infrared, electron-microscopic and thermogravimetric analysis have been developed;

mathematical models have been developed showing the dependence of medium density on the strength of light concrete used for wall materials;

energy-efficient small wall blocks measuring 20 x 20 x 40 cm of light concrete have been developed for fencing structures taking into account the climatic conditions of Uzbekistan.

Implementation of research results: On the basis of scientific results "Features of technology and properties of lightweight concrete based on porous aggregate from coal mining waste for enclosing structures" on the topic:

during the pilot production of wall blocks made of lightweight concrete: implemented in LLC "Qurilishmateriallariinvest" (2021 of the Association "Uzpromstroymaterialari" certificate No. 05 / 15-819 dated March 25). As a result, the introduction of a microfiller (fly ash) managed to save 5-10% of cement, and with a decrease in water demand by 7-9%, the strength of lightweight concrete increases by 1.17 times;

research, in the development of methods for the production of artificial light porous concrete and the implementation of test results, a certificate of the computer program (DGU No. 07093) was obtained for "The choice of the optimal option for lightweight porous concrete based on local raw materials and coal mining waste" was introduced in LLC "Qurilishmateriallariinvest" (reference of the Association "Uzpromstroymaterialari" No. 05 / 15-819 dated March 25, 2021). As a result, it became possible to choose the composition of lightweight concrete with the required average density and strength.

experimental production of energy-efficient wall blocks with artificial porous filler was introduced in "Qurilishmateriallariinvest" LLC (reference book of "Uzpromstroymateriallari" association No. 05 / 15-819 dated March 25, 2021). The result is an energy-efficient small block of size 20x20x40 cm.

The structure and volume of the dissertation: The dissertation work consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the thesis is 129 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

1. Газиёв У.А., Мухитдинов А.Б., Хасанов Б.Б. Оптимальные составы легкого бетона с пористыми заполнителями из местного сырья и отходов промышленности. // Научно-технический журнал ФерПИ. №1/2007г. С.71-76. (05.00.00. №20)

2. Газиёв У.А., Махмудов Б., Хасанов Б.Б. Методика определения составов легкого бетона и пористом заполнителе из дацитовых порфиров и зауглероженной глины. // Научно-технический журнал «Проблемы архитектуры и строительства» СамГАСИ. №1/2007 г.С.56-60. (05.00.00. №14)

3. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Хасанов Б.Б. Отходы промышленности республики Узбекистан важный ресурс и энергосберегающий резервов производстве строительных материалов. // Научно-практический журнал “Архитектура Строительство Дизайн” ТАСИ. №1/2008 г. С.45-51. (05.00.00. №4).

4. Газиёв У.А., Ризаев Х.А., Хасанов Б.Б. Ресурсосбережение при производстве строительных материалов на основе отходов промышленности. // Научно-технический журнал ФерПИ. №4/2008 г. С.85-90. (05.00.00. №20)

5. Мухитдинов А.Б., Ризаев Б.Ш., Хасанов Б.Б. Характеристики зол применениях в качестве заполнителей в легких бетонах. // Научно-технический журнал, ФерПИ. № 2/2009 г. С.92-97. (05.00.00. №20)

6. Абдурахмонов С.Э., Ахмедов П.С., Хасанов Б.Б. Саноат чиқиндилари асосида тайёрланган иссиқбардош темир-бетон конструкцияни иссиқлик таъсирига ҳисоблаш усули. // Илмий-техника журнал ФарПИ. 25-Том, №4 2010 й. б. 215-221 (05.00.00. №20).

7. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Хасанов Б.Б. Контактная прочность цементного камня с пористым заполнителем из кварцевого порфира и отходов угледобычи. // Научно-технический журнал ФерПИ. №4/2010 г.С. 62-67. (05.00.00. №20).

8. Ризаев Б.Ш., Мухитдинов А.Б., Хасанов Б.Б. Методы изготовления образцов и проведения испытаний легких бетонов на заполнителе из отходов угледобычи и местном сырье. // Научно-технический журнал, ФерПИ. №/4 2010 г. С.72-77. (05.00.00. №20).

9. Дедаханов Б., Хасанов Б.Б. Влияние замены части цемента на прочность легких бетонов микрозаполнителем. // Научно-технический журнал, ФерПИ. № Спец. Выпуск 2010 г. С.52-59. (05.00.00. №20).

10. Khasanov B.B. // Cube and prismatic strength characteristic light weight concrete on porous aggregates. European science review. №11-12/2018 November-December Volume 1 Vienna, Austria, 2018. (05.00.00. №3).

11. Хасанов Б.Б. // Определения морозостойкости легких бетонов на пористых заполнителях из кварцевых порфиров и зауглероженной глины

Научно-практический журнал, ТАСИ № Спец. Выпуск / 2019 г. С. 70-74. (05.00.00. №4).

12. Ходжаев С.А., Кадыров Р.Р., Ходжаев С.А., Хасанов Б.Б. Особенности обеспечения теплотехнических показателей ограждающих конструкций энергоэффективных зданий в климатических условиях. // Журнал. Узбекистана // Архитектура и строительство Узбекистана. № 6 / 2020. С.13-17. (05.00.00. № 4).

II бўлим (II часть, II part)

13. Газиёв У.А., Мухитдинов А.Б., Хасанов Б.Б. Составы и технология теплоизоляционного и конструктивно-теплоизоляционного шлакощелочных пенополистиролбетонов. // Доклады Межвузовский научно-технической конференции с участием зарубежных ученых «Теплоизоляционные строительные материалы: состояние и развитие» Ташкент, Самарканд, ноябрь, 2007 г. С. 221-225.

14. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Хасанов Б.Б. Ресурсо и энергосберегающие технологии получения пористых заполнителей с использованием местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности. // II-Республиканская научно-техническая конференция. Сборник научных трудов, Джизак-2010 г. С. 237-238.

15. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Хасанов Б.Б. Пористый заполнитель для легких бетонов на основе отхода угледобычи и местных горных пород. // Материалы Республиканской научно-технической конференции. “Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте” Ташкент-2010 г. С. 238-241.

16. Газиёв У.А., Шакиров Т.Т., Хасанов Б.Б. Махаллий хом ашё ресурслари ва чиқиндилар асосидаги енгил бетонлар учун ғовакли тўлдиргич олиш технологияси. // Производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности. // Сборник трудов I^{го} научно-практического семинара с участием иностранных специалистов. ТАСИ-2011 г. Ноябрь. С. 157-158.

17. Газиёв У.А., Хасанов Б.Б. Определение контактной прочности между цементным камнем и заполнителем. // Замонавий курилишлар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ҳамда сейсмик ҳавфсизлиги масалалари. Республика илмий-амалий конференция материаллари НамМПИ, Наманган-2017 й. Апрель. С. 80-85.

18. Газиёв У.А., Хасанов Б.Б. Влияние агрессивных сред на долговечность легкого бетона. // Республика илмий-техникавий конференция материаллари. “Энергия тежамкор ва махаллий хом ашёлар асосида курилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришни ривожлантириш муаммолари”. // ТАҚИ, Тошкент, 14-15 декабрь, 2018 йил, 185-188 бет.

19. Khasanov B., Madaminova M. Definition of the influence of technological factors on the properties of light concrete. // Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. “Issues of seismic safety and

structural strength, reliability of buildings and structures” НамМҚИ, Наманган ш, 27-28 апрель, 2018-йил.

20. Хасанов Б.Б. Определения теплопроводности легких бетонов на пористых заполнителях из кварцевых порфиров и зауглероженной глины. // "Орол бўйи минтақасида меъморчилик ва шаҳар қурилиши барқарор ривожланиши масалалари". Халқаро илмий ва илмий-техник анжуман материаллар тўплами. Нукус, 20-21 июнь 2019 йил. 145-152 б.

21. Хасанов Б.Б. Маҳаллий хом ашё ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдиргичли енгил бетонларнинг оптимал вариантини танлаш дастури. // Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастур. 24.09.2019 й. Гувоҳнома № 07093. Интеллектуал мулк агентлиги, Тошкент-2019 й.

22. Хасанов Б.Б. Маҳаллий хом ашё ва кўмир чиқиндилари асосидаги ғовак тўлдиргичли енгил бетонларнинг музга чидамлилиги ва иссиқлик ўтказувчанлигини аниқлаш дастури. // Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастур. 15.10.2019 й. Гувоҳнома. № 07135. Интеллектуал мулк агентлиги, Тошкент-2019 й.

23. Shakirov T.T., Yusupov U.T., Khasanov V.B. Physical and Chemical Research Methods of Lightweight Concrete. ISSN: 1475-7192. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Буюк Британия. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 05, 2020.

24. Olimbek D., Bakhodir I., Bakhrom Kh. Research of the stress-deformed state of multi-purpose overlapping plate made of lightweight concrete on a porous filler from carbon mining waste and local raw materials. // International Conference “Science of the 21 st century: society and digitalization”. Conference Proceedings. Scope Academic House, January 30.2021, Sheffield, UK.

Автореферат “Архитектура. Қурилиш. Дизайн” илмий амалий журнал
таҳририятидан ўтказилди ва матнлар мослиги текширилди.
(04.06.2021. й.)

Бичими 60x84 1/16 Рақамли босма усули. Times гарнитураси
Шартли босма табағи 3,5. Адади: 100.
“АКТИВ PRINT” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: Тошкент ш., Чилонзор мавзеси 25, 1А-уй.

