

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

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

ТОХИРОВ ЖАЛОЛИДДИН ОЧИЛ ЎҒЛИ

**ЎРТА ҚАТЛАМИ ИЗОЛЯЦИОН АРБОЛИТДАН БЎЛГАН УЧ
ҚАТЛАМЛИ ТЕМИРБЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ЮК КЎТАРИШ
ҚОБИЛЯТИ**

05.09.01-Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Тошкент – 2022

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий
даража изланувчисининг диссертация автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации на соискание ученой степени
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract for degree of Doctor of Philosophy (PhD)
on technical sciences**

Тохиров Жалолиддин Очил ўғли

Ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон
элементларининг юк кўтариш қобилияти 3

Тохиров Жалолиддин Очил ўғли

Несущая способность трехслойных железобетонных элементов со средним
слоем из изоляционного арболита..... 25

Tokhirov Jaloliddin Ochil o'g'li

Bearing capacity of three-layer reinforced concrete elements with a middle layer of
insulating wood concrete 47

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 51

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

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

ТОХИРОВ ЖАЛОЛИДДИН ОЧИЛ ЎҒЛИ

**ЎРТА ҚАТЛАМИ ИЗОЛЯЦИОН АРБОЛИТДАН БЎЛГАН УЧ
ҚАТЛАМЛИ ТЕМИРБЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ЮК КЎТАРИШ
ҚОБИЛИЯТИ**

05.09.01-Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.4.PhD/Т2544 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Акрамов Хуснитдин Ахрарович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Ходжаев Аббос Агзамович
техника фанлари доктори, профессор

Усманов Валиаҳмад Файзиллаевич
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Жиззах политехника институти

Диссертация химояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc26/30.12.2019.Т.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «27» декабр соат 10⁰⁰ да Архитектура факултетининг мажлислар залида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси 7в-уй. Архитектура факультетининг мажлислар зали. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00; e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atmt@edu.uz)

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 97 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Юнусобод тумани, Янги шаҳар кўчаси 9а-уй. Тел.: (99871) 232-43-30 факс: (99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atmt@edu.uz). (99871) 241-80-00; e-mail taqi_atmt@edu.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «16» декабр куни тарқатилди.
(2022 йил 30 ноябрь 26-рақамли реестр баённомаси).

А.И. Адилходжаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси ўринбосари, т.ф.д., профессор

А.Т. Хотамов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон қурилиш амалиётида, қурилиш конструкцияларини тайёрлаш ва улардан фойдаланиш жараёнида энергия ва ресурстежамкор усул, технологияларни қўллаш салмоғи тобора ортиб бормоқда. Бу йўналишда Россия Федерацияси, Ҳиндистон, Хитой Халқ Республикаси, Дания, Жанубий Корея, Германия, Финляндия, Нидерландия ва бошқалар каби қурилиш соҳаси ривожланган мамлакатларда, энергия самарадорлиги юқори бўлган қурилиш конструкцияларини такомиллаштириш ва уларни ишлаб чиқариш орқали турар-жой, жамоат ва саноат бинолари ҳолатини яхшилаш борасида қатор ижобий ютуқларга эришилган бўлиб, бу ўринда бино ва иншоотларнинг массасини камайтириш, ҳамда уларни иссиқлик самарадорлигини ошириш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу сабабдан, маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда деворбоп материал ва конструкцияларни энергия самарадорлигини ошириш, конструктив ечимлари ва ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда назарий ва экспериментал усуллардан фойдаланган ҳолда, турли конструктив ечимга эга бўлган, янги авлод композит конструкцион –изоляцион ташқи девор конструкцияларига бағишланган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада, тўсиқ конструкциялар учун, маҳаллий хом ашё ресурслари ёки турли саноат иккиламчи ресурсларидан фойдаланиб, лойиҳалашда ташқи деворлар орқали, солиштирма иссиқлик йўқотилишини ҳисобга олган ҳолда, уларнинг қалинлигини оптималлаштириш, бино деворларининг иссиқлик техник бир хиллигини таъминлаш билан боғлиқ конструктив хусусиятларини яхшилаш долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Бу ўринда қалинлиги оптималлаштирилган тўсиқ конструкцияларини оғирлигини камайиши ҳисобига, биноларнинг сейсмик ҳавфсизлигини ошириш ҳам муҳим аҳамият касб этади.

Республикамызда тўсувчи конструкцияларни тадқиқ этишни ривожлантириш ва қурилишда инновацион конструкцияларни қўллаб, уларни энгиллаштириш, энергия ва табиий ресурс захираларини тежаш, бино ва иншоотларни ишончилигини таъминлаш, уларни янги конструктив ечимларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2022 - 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, хусусан «...қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ҳажмини 2 бараварга кўпайтириш ...»¹ ва «... саноат корхоналари инфратузилмасини модернизациялаш, энергия самарадорлигини 20 фоиздан кам бўлмаган миқдорга ошириш ҳамда соф ва экологик ҳавфсиз технологиялар ва саноат жараёнларидан янада кенг

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

фойдаланиш ҳисобига уларнинг барқарорлигини таъминлаш»² ва бошқа вазифалар белгилаб берилган. Ушбу масалаларни ечишда маҳаллий иккиламли ресурсларидан, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнида ҳосил бўладиган чиқиндилардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Улардан қурилиш материаллари ва конструкцияларини ишлаб чиқариш саноатида фойдаланиш нафақат экологияни яхшилаш, балки энергия ва ресурс тежамкорликка эришиш ҳамда замонавий қурилиш конструкцияларни ишлаб чиқаришни такомиллаштириш имкониятларини беради.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022 - 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-4198-сон “Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора – тадбирлар тўғрисида”ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2021 йил 2 февралдаги ПҚ-4973-сонли “Шоли етиштиришни янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча маъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертациядаги тадқиқотлар 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. Қурилиш материалларининг самарали таркиблари ва юқори сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш технологияларининг яратишда жаҳондаги йирик олимлардан Ю.М. Баженова, Батракова, Б.В. Горенштейна, В.Г. Золотухина, А.А. Кудрявцева, Ю.С. Беленького, Н.В. Морозова, Н.Я. Спивака и Ш.А. В.И. Лишака, И.Д. Передеренко шу билан бир қаторда қурилиш конструкцияларининг конструктив ечимларини такомиллаштириш, уларнинг мустаҳкамлик, кучланганлик - деформацияланувчанлик ҳолати ва дарзбардошлигини тадқиқ қилиш муаммолари билан В.М. Байков, Ю.В. Чиненков, А.А. Евдокимов, В. Полетаев, Б.И. Майоров, Ю.И. Мешкаускас, Н.В. Морозов, Ш.А. Акбулатов, А.М. Окленд, Е.А. Король, М. Штамм, Г. Витте ва бошқалар илмий изланишлар олиб бориб, муҳим натижаларга эришганлар.

Ўзбекистонда қурилиш материаллари ва темирбетон конструкциялари соҳасидаги етакчи олимлар, шу жумладан, Б.А. Асқаров, А.И. Адилходжаев, Х.А. Акрамов, А.А. Ашрапов, Э.У. Қосимов, Н.А.Самигов, С.А. Ходжаев, А.А. Ходжаев, Е.В. Щипачева, С.Р. Раззақов, С.Ж. Раззақов, Х.Х. Камилов, С.С. Шаумаров, В.Ф. Усмонов, А.Т. Хотамов, П.Т. Мирзаев, Р.Р. Юсупов, А.С.

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 4 октябрдаги ПҚ-4477-сон «2019 — 2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасининг «Яшил» иқтисодиётга ўтиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги Қарори

Ювмитов ва бошқалар иккиламчи ресурслардан фойдаланиб самарали бетонларнинг таркиб ва технологияларини яратиш, улар асосида конструкцияларнинг мустаҳкамлик, бикрлик ва ёриқбардошлигини тадқиқ қилиш бўйича бир қатор тадқиқотлар олиб бориб, турли йилларда ўз тадқиқотлари асосида муҳим илмий ва амалий натижаларга эришишганлар.

Ўтказилган илмий-тадқиқот таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, уч қатламли девор конструкцияларига қаратилган илмий тадқиқотлар етарли даражада эмаслигини ва бу йўналишда илмий изланишларни давом эттириш зарурлиги ҳамда долзарблигини кўрсатди.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институтининг № ОТ-Атех-2018-178 сон “Иссиқлик тутувчи ўрта қатлами қишлоқ хўжалиги чиқиндилари асосида паст мустаҳкамликдаги бетондан тайёрланган уч қатламли темир-бетон элементларнинг мустаҳкамлик, ёриқбардошлик ва деформатик хусусиятларини ҳисоблаш усулини яратиш” (2018-2020 йй.) лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон элементларининг юк кўтариш қобилиятини тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

уч қатламли темирбетон панелларнинг изоляцион қатлами арболитнинг оптимал таркибини танлаш ва ушбу панелларнинг иссиқлик ўтказувчанлигини ҳисоблашни автоматлаштириш дастурларини ишлаб чиқиш;

ишлаб чиқилган изоляцион арболитнинг физик-механик ва деформатив хоссаларини экспериментал тадқиқ этиш;

эластик боғланган арматура стерженларининг сонини ва узунлигини панелнинг юк кўтариш қобилиятига таъсирини экспериментал аниқлаш;

изоляцион қатлам қалинлигини панелнинг мустаҳкамлик, ёриқбардошлик ва салқилик каби хоссаларига таъсирини экспериментал баҳолаш;

таклиф этилаётган конструкциянинг муқобил вариантлари билан техник иқтисодий кўрсаткичларини солиштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида изоляцион қатлами арболитдан тайёрланган уч қатламли темирбетон панеллар олинган.

Тадқиқотнинг предмети изоляцион арболитнинг таркиби, қурилиш-техник хоссалари ва ундан ўрта қатлами сифатида фойдаланиб тайёрланган уч қатламли темирбетон панелларнинг мустаҳкамлиги, ёриқбардошлиги ва салқилик хоссаларини ўрганиш ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқотлар жараёнида композицион оптималлаштиришда экспериментларни математик режалаштириш усулидан, системаларни физик-механик синашнинг замонавий усулларида, темирбетон конструкцияларнинг сифат кўрсаткичларини аниқлашнинг стандарт усулларида, ҳамда экспериментлар натижаларини статистик таҳлил қилиш усулидан фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

арболит ташкил этувчилари (цемент ва шולי қобиғидан) фойдаланилган ҳолда, ўртача зичлиги $350 - 400 \text{ кг/м}^3$, мустаҳкамлиги $0,3 - 1 \text{ МПа}$ бўлган иссиқлик изоляцион материал ишлаб чиқилган;

эластик боғланган арматура стерженларининг силжитувчи куч таъсирида силжишларнинг миқдори эластик боғланган арматура стерженларининг бетонга қистириб маҳкамланган узунлигини четки қатламлар орасидаги масофани эластик боғланган арматура стерженнинг $1,6$ диаметр йиғиндисига тенглиги аниқланган;

уч қатламли темирбетон конструкцияларнинг изоляцион қатламига тавсия этилган рационал таркибли цемент ва шולי қобиғидан иборат бўлган изоляцион арболитдан фойдаланиш ҳисобига мустаҳкамлиги ўртача 15% гача, ёриқбардошлиги ва салқилиги 10% гача ошгани таъминланган;

уч қатламли девор панелларини лойиҳалашда ишлаб чиқилган ҳисоблаш усулини қўлланилиши ҳисобига ишчи арматуранинг сарфи 1 м^3 маҳсулот учун 8% гача қисқариши исботланди.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

изоляцион қатлам учун фойданилган арболитнинг таркибини аниқлаш усулларини автоматлаштириш имконини берувчи ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган;

уч қатламли темирбетон элементлардаги эластик боғланган арматура стерженлар ва изоляцион арболитнинг биргаликдаги ишида мустаҳкамлиги, салқилиги ва ёриқбардошлиги ошиши экспериментлар орқали аниқланди ва лойиҳалаш ташкилотларига ушбу факторларни инобатга олиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

эластик боғланган арматура стерженларга эга бўлган уч қатламли девор панелларининг ёриқлари ва салқиликларининг шаклланишини ҳисоблашда таркибли эластик стерженлар назарияси ёрдамида, бетоннинг эзилиши туфайли эластик боғланган арматура стерженларнинг мойиллигини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилиши кераклиги экспериментал равишда аниқланган;

уч қатламли темирбетон конструкциянинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини аниқлаш усулларини автоматлаштириш имконини берувчи ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги катта хажмдаги экспериментал тадқиқотлар комплексининг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларининг юқори даражада мутаносиблиги, олинган натижаларни ишлаб чиқишда математик статистиканинг синаш усулларида фойдаланилганлиги, ҳамда ишлангани амалиётга жорий қилишда ижобий натижага эришилганлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти арболитнинг мустаҳкамлиги ва иссиқлик

Ўтказувчанлигини ифодаловчи математик моделларга, уч қатламли панелларнинг ўрта қатламида изоляцион арболитдан фойдаланиш конструкциянинг мустаҳкамлик, салқилик ва ёриқбардошлик каби хоссаларини сезиларли ўсишига ва изоляцион қатламли ҳамда эластик боғланган арматура стерженли темирбетон уч қатламли элементлар монолит кесим ҳосил қилганлиги, унинг юк кўтариш қобилиятини аниқлашда, темирбетон элементларнинг моментларини ва умумий кесим моментини йиғиндиси сифатида ҳисоблаш орқали ҳисоблаш назариясини ривожлантириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини амалий аҳамияти, изоляцион қатлами ўта енгил бетондан бўлган уч қатламли темирбетон панелларини конструкцион ва эксплуатация хоссаларини реал баҳолаш, осма панелларидаги эластик боғланган арматура стерженларни узунлигини ҳамда изоляцион қатламнинг оптимал қалинлигини ҳисоблаш усулини лойиҳалаш амалиётида қўллаш натижасида, панелларни мустаҳкамлиги, ёриқбардошлилиги ва салқилигини таъминлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон элементларининг юк кўтариш қобилияти бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли панеллар намунаси тайёрланиб синовдан ўтказилиб “CONCRET BUILD” МЧЖда жорий этилган (Қорақалпоғистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2022 йил 03-07/01-2337-сон маълумотномаси). Натижада изоляцион арболит уч қатламли панелларнинг мустаҳкамлигини 15 % гача, салқилик ва ёриқбардошлик хоссаларини 10% гача оширишга эришилган;

эластик боғланган арматура стерженли ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли панеллар “QQGORSELPROYEKT” МЧЖда жорий этилган (Қорақалпоғистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2022 йил 03-07/01-2337-сон маълумотномаси). Натижада, техник тарафлардан солиштирилганда 1 м³ маҳсулот учун анъанавий бир қатламли керамзитбетон панеллардан 17,2 % ва минерал пахта изоляцион қатламга эга уч қатламли панеллардан 11,5 % га арзонлаштиришга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотнинг асосий натижалари 6 та халқаро ва 5 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 6 таси илмий мақола, шу жумладан SCOPUS базасига кирувчи журналларда 1 та, Ўзбекистон Республикаси ОАК фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, ҳамда 11 та маъруза тезислари халқаро ва республика илмий-амалий конференцияларда нашр этилган. Бундан ташқари Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан 2 та ҳисоблаш дастури учун гувоҳномалар олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида бажарилган диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсад ва вазифалар белгиланиб, объект ва предметлари келтирилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва техника тараққиётининг устувор йўналишларига мувофиқлиги шакллантирилган. Муаммони ўрганилганлик даражаси ва Тошкент архитектура-қурилиш институтининг илмий тадқиқот режалари ўртасидаги боғлиқлик, тадқиқот натижаларининг илмий янгилиги ва ишончлилиги, олинган натижаларнинг илмий-амалий аҳамияти, уларни қурилиш амалиётида қўлланилганлиги ҳамда тадқиқот натижаларининг нашри ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Кўп қатламли темир-бетон конструкциялардан фойдаланишнинг замонавий ҳолати”** номли биринчи бобида арболитдан фойдаланишнинг жаҳон тажрибаси, арболит асосидаги кўп қатламли темирбетон конструкцияларнинг конструктив ечимлари ва кўп қатламли темирбетон конструкциялар ҳисобининг назарий асослари ва муаммолари кўрсатиб ўтилган. Илмий-техникавий адабиётларнинг ҳар томонлама таҳлили асосида тадқиқотларнинг ишчи илмий фарази, мақсади ва асосий вазифалари шакллантирилган.

Диссертация мавзуси бўйича амалга оширилган адабиётлар аналитик таҳлили асосида тадқиқотларнинг ишчи фарази (гипотезаси) шакллантирилиб, яъни ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган ва эластик боғланган арматура стерженларидан иборат уч қатламли темирбетон конструкцияларини биргаликда монолит кесим ҳосил қилиши ва бунинг натижасида мустаҳкамликка, ёриқбардошликка, салқиликка ҳамда иссиқлик ўтказиш хоссаларини яхшилашга олиб келади деган ишчи фаразни шаклланишига асос бўлди.

Диссертациянинг **“Хом ашё материалларнинг хоссалари ва тадқиқот усуллари”** деб номланган иккинчи бобида уч қатламли элементлар ва унинг ташкил этувчиларини, фойдаланилган материаллар хусусиятлари тадқиқот усуллари келтирилган. Фойдаланилган хом ашё цемент, органик тўлдирувчи, арматура ва бетон каби материалларнинг тадқиқот усуллари ёритилган.

Ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли темир-бетон элементларнинг кесим ўлчамлари $b \times h = 40 \times 25$ см, узунлиги $l = 250$ см, таянчлар оралиғи $l_0 = 230$ см бўлган намуна тўсинлари махсус тайёрланган синов стендида синалди. Тўсинлар ёғоч қолипларда тайёрланди. Қолипларнинг ички сирти поли этилен пленка листлар билан қопланди. Ишчи арматура сифатида ички қаталмга $\varnothing 10$ мм ва $\varnothing 8$ мм А-III (А400) арматура стерженлардан фазовий каркас

тайрланиб жойлаштирилган, ташқи қатлам эса 4Ø5 Вр-I (Вр500) симли тўрлар билан арматураланган. Эластик боғланган арматура стержен элементлари диаметри Ø8 мм лик стерженлардан ясалган (1-расм). Уч қатламли панел намуналарининг темир-бетон элементлари В22,5 синфли оғир бетондан тайёрланди. Улар билан биргаликда ўлчами 15x15x15 см ли кублар ва 15x15x60см ли призма намуналари ҳам бир вақтнинг ўзида худди шу бетондан тайёрланди.

Умумий 19 та намуналар тайёрланиб, улардан 3 таси алоҳида темир бетон плиталар бўлиб, улар қуйидагича белгиланган:

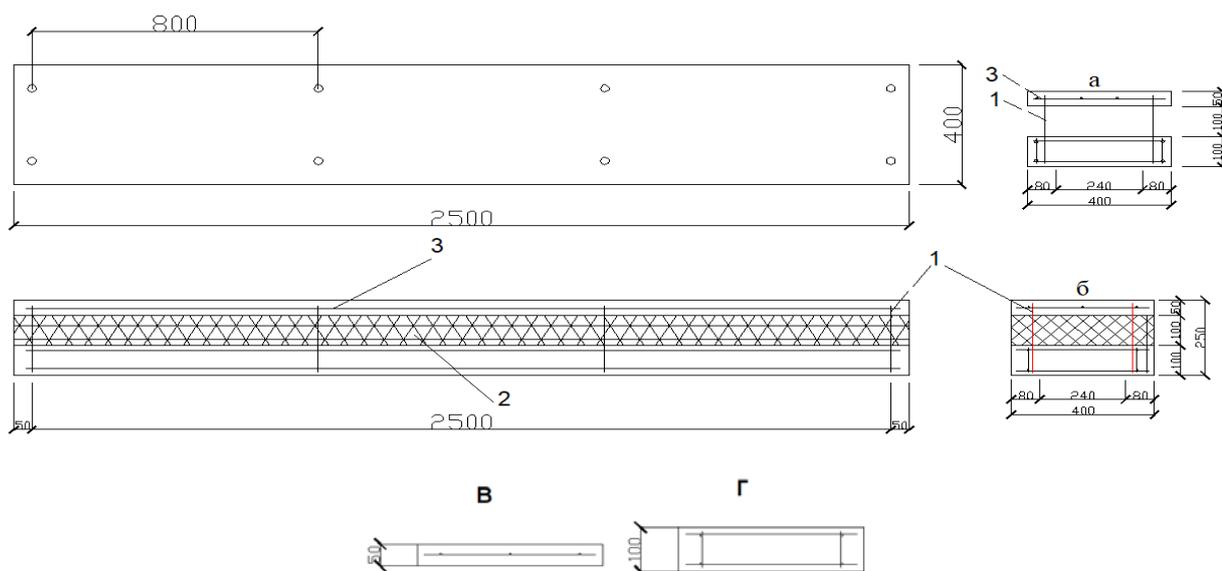
Р – изоляцион қатламсиз уч қатламли панел;

РІ – изоляцион қатламли уч қатламли панел;

І – ички қатлам темирбетон плитаси;

Т – ташқи қатлам темирбетон плитаси;

Ушбу ҳарфлардан кейинги 8 ва 10 сонлари эса фазовий каркаслардаги бўйлама арматурини диаметрини, кейинги 4, 8, ва 16 сонлари боғламларнинг сонини билдиради. Охириги сонлар (5, 10 ва 15) изоляцион қатламининг сантиметр ўлчов бирлигида қалинлигини билдиради.



1-расм. Намуна панелларнинг арматураланиш ва қолиплаш схемалари: а – изоляцион қатламсиз намуна, б - изоляцион қатламли намуна, в – ташқи қатлам, г – ички қатлам, 1 – эластик боғланган арматура стерженлар, 2 – изоляцион қатлам.

Умумий намуналар 3 та серияларда тайёрланиб, ҳар бир серия намуналари бир вақтда битта қоришмалардан тайёрланган.

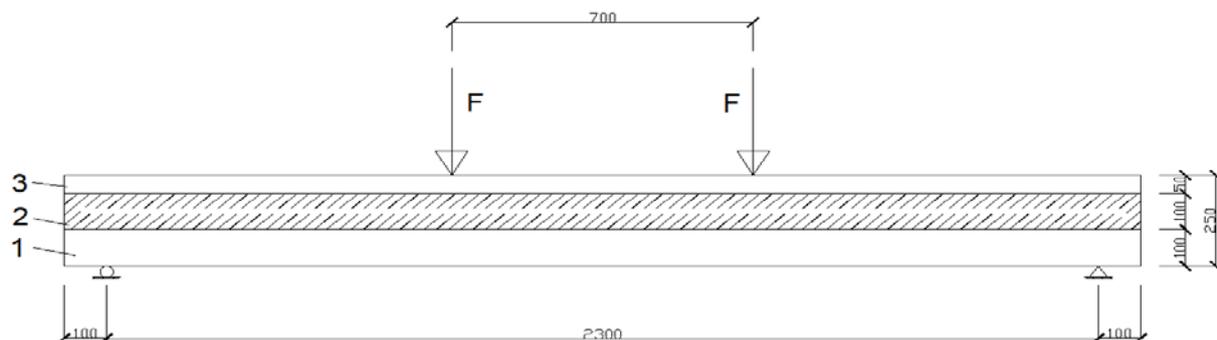
1 – серияда умумий 7 та намуналар қуйилиб, уларнинг 3 таси алоҳида темирбетон плиталари, қолган 4 таси эса ишчи арматуралари билан фарқ қилувчи панеллардир.

2 – серияда ҳам умумий 6 та намуналар қўйилиб, ҳар бир жуфт намуналари изоляцион қатламли ва изоляцион қатламсиз бўлиб, эгиловчан боғламларининг сони (4, 8 ва 16 та) билан фарқланади.

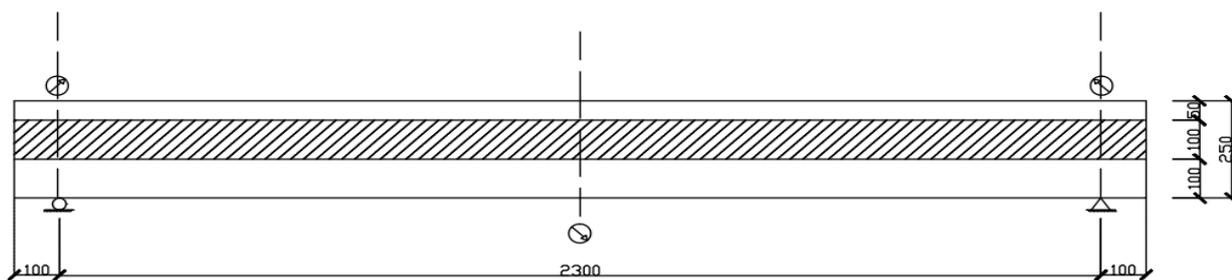
3 – серияда умумий 6 та намуналар қўйилиб, ҳар бир жуфт намуналар изоляцион қатламли ва изоляцион қатламсиз бўлиб, изоляцион қатламларининг қалинлиги 5, 10 ва 15 см билан фарқланади.

Плиталар стенднинг намуналарни синаш учун мўлжалланган 2 та шарнирли таянчларига ўрнатилди. Шарнирларнинг бири қўзғалмас, иккинчиси қўзғалувчан қилиб тайёрланган. Намуналарда соф эгилишни таъминлаш мақсадида юклар 80 см узоқликда жойлаштирилди. Таянчдан плиталарнинг четигача бўлган масофалар 100 мм ни ташкил этди. Юк 50 кг лик табиий юклар воситасида босқичма-босқич бериб борилди. (2-расм).

Синовлар бошланишидан олдин намуна тўсинда ўрнатилган барча ўлчов асбоблари бўйича бошланғич кўрсаткичлар ёзиб олинди. Бу кўрсаткичлар “Шартли нол” сифатида қабул қилинди. Юклаш аста секин бир неча босқичда берилди. Босқичда ҳар бир юк ҳисобий бузувчи юкнинг тахминан 10% ни ташкил этди. Ҳар бир босқичда юк бериб бўлингандан сўнг, 20 минутгача унинг стабиллашиши кутиб турилди. Ҳар бир босқич юки берилгандан сўнг ва босқич сўнггида ўлчов асбоблари бўйича кўрсаткичлар ёзиб олинди.



**2-расм. Намуна юкланиш схемаси: 1-синов намунаси;
2-юкларни тақсимловчи траверса.**



3-расм. Намуналарда индикатор ўлчов воситаларини ўрнатиш схемаси.

Диссертациянинг “Изоляцион қатламнинг ва эластик боғланган арматура стерженларнинг физик -механик ва конструкцион ҳоссалари” деб номланган учинчи бобида ўрта қатлами учун фойдаланилган изоляцион арболитнинг оптимал таркибини танлашнинг математик моделлаштириш

усулидан фойдаланилган. Танланган таркиб бўйича физик, механик ва деформатив хоссалари, призма мустаҳкамлиги, эластиклик модули, пуассон коэффицентини аниқлаш, киришиш деформацияси, эгилишдаги чўзилиш мустаҳкамлиги, изоляцияловчи арболитнинг иссиқлик ўтказувчанлиги каби хоссалари текшириш учун ўтказилган ҳамда эгилувчан боғламларни силжишдаги устиворлиги экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган. Ўтказилган экспериментлар натижаларини статистик таҳлил қилиш учун икки факторли тўлиқ квадрат кўп ҳаддан (регрессия тенгламаси) фойдаланилди.

Арболит намуналарининг иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентини бўйича регрессия тенгламаси:

$$y_{\lambda} = 0,258 + 0,00414X_1 + 0,00316X_2 + 0,00298X_1X_2 + 0,0436X_1^2 + 0,0304X_2^2$$

Арболит намуналарининг 28 суткадаги мустаҳкамлиги бўйича регрессия тенгламаси:

$$y_{R28} = 3,096 + 0,1658X_1 + 0,1908X_2 + 0,03X_1X_2 + 1,5508X_1^2 + 1,5508X_2^2$$

Статик таҳиллар бўйича экспериментлардаги хатолиги иссиқлик ўтказувчанлиги бўйича 8%, мустаҳкамлик бўйича эса 5% ташкил этди.

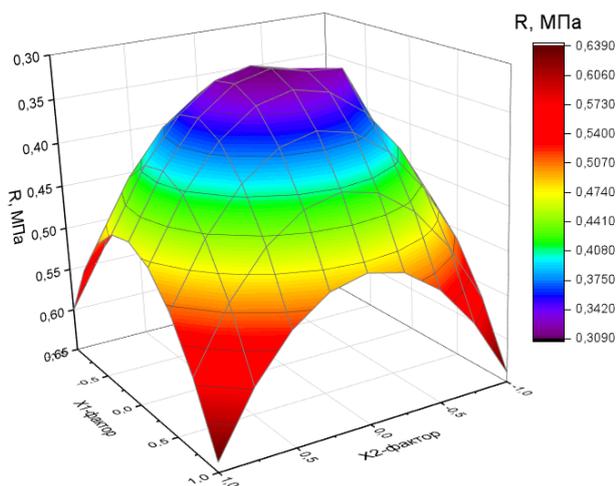
Танлаб олинган ҳар иккита омиллар ҳам арболитнинг мустаҳкамлиги ва иссиқлик ўтказувчанлиги учун бир ҳил аҳамиятга эга экан. Кўриб чиқиладиган барча омилларнинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда арболит таркибини оптималлаштириш учун сиқилишга мустаҳкамлик чегарасининг изопараметрик диаграммалари таҳлил қилинди (4- расм).

1-жадвал. Изоляция арболитнинг эксперимент натижалари

| Қўрсаткичлар | Натижалар |
|---|-----------|
| Ўртача зичлиги, кг/м ³ | 350-400 |
| Сиқилишдаги мустаҳкамлиги, МПа | 0,3-1 |
| Бошланғич эластиклик модули, МПа | 600 – 650 |
| Киришиш деформация, $\varepsilon_{yc}(360) \cdot 10^{-5}$ | 120-350 |
| Иссиқлик ўтказиш коэффицент, Вт/(м·К) | 0,07-0,11 |
| Силжиш модули $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$, МПа | 2,7 |

Эластик боғланган арматура стерженларни силжишга қаршилигини ўрганишнинг мақсади “силжишдаги кучланиш - деформацияланиш” боғлиқлигини ва боғламлар қабул қилиши мумкин бўлган энг катта юкланишларни аниқлашдан иборат эди.

Эластик боғланган арматура стерженлар сифатида - 8 мм диаметрли, А-III (А400) синфли арматурадан фойдаланилган. Саноат ва қишлоқ хўжалиги бинолари учун панеллар лойиҳаларидаги каби В22.5 синфли ички қатлами 100 мм ва ташқи қатлами 50 мм қалинликдаги бетон қабул қилинди.



4-расм. Изоляцион арболитнинг мустаҳкамлик изопараметрияси.

Ҳар бир тўпламдаги 12 та намунадан 6 таси изоляцион қатламли, қолган 6 таси эса изоляцион қатламларсиз қолипланди.

Намуналардаги эластик боғланган арматура стерженларининг кучланиш чегарасини ва пластиклигини текшириш мақсадида, биринчи серия намуналар изоляцион қатламсиз тайёрланди. Улар “N” ҳарфи билан, изоляцион қатламли намуналар эса “NI” ҳарфлари билан белгиланди. Ушбу ҳарфлардан кейинги сон, ташқи бетон қатламлари орасидаги ёки изоляцион қатлам қалинлигини, ундан кейинги сон эса сериялардаги жуфт намуналарни тартиб рақамларини англатади.

Намуналарнинг силжишдаги ишини аниқлашда, қисқичлар ёрдамида намунамизнинг ички қатламини маҳкамлаган ҳолда ташқи бетон қатлам марказидан вертикал юк таъсир эттирилди. Намуналарга бузувчи кучнинг 5-10% ташкил қилувчи, оғирлиги 10 ва 20 кг ли текширилган назорат тарози тошлари юкланди ва юкланишнинг ҳар бир босқичида 10 дақиқа ушлаб турилди. Синовлар қатламлар ўзаро силжиш миқдори 1 см ни ташкил этгунича давом эттирилди.

Диссертациянинг **“Уч қатламли темирбетон элементларнинг конструкцион-эксплуатацион хоссалари”** деб номланган тўртинчи бобида намуналарни эластик боғланган арматура стерженлари ва изоляцион қатламнинг биргаликдаги қаршилиги, ташқи ва ички темирбетон қатламлар элементларининг ҳамда уч қатламли панелларининг экспериментлар натижасида аниқланган конструкцион хоссалари ёритилган.

Эластик боғланган арматура стерженлари ва изоляцион қатламнинг биргаликдаги қаршилигини аниқлаш учун N-10 ва NI-10 намуналар мисолида силжитувчи куч таъсирида намуналар қатламларининг ўзаро силжиш хусусияти таҳлил қилинган (7-расм). Юкланиш бошида силжиш кучланишга пропорционал равишда ошади, кейинчалик силжишнинг ўсиш тезлиги кўпайиб боради ва охири босқичда (жами силжиш миқдорида қарийб 1 см) юкланишни

Тажриба синовлари учун намуналар изоляция қатламлари 50, 100 ва 150 мм қалинликдаги ва $b \times l = 300 \times 300$ мм ўлчамларда лойиҳалаштирилди. Боғламлар тўртта алоҳида стерженлардан тайёрланган. Изоляцион қатлам сифатида ГОСТ 19222 бўйича зичлиги 350 - 400 кг/м³ бўлган изоляцион арболит ишлатилди.

Ҳаммаси бўлиб, ҳар хил қалинликдаги иссиқлик изоляцион қатламга эга бўлган 12 та намуна (2 та серия, ҳар бирида 6 тадан намуна) тайёрланди ва синовдан ўтказилди.

унча катта бўлмаган миқдорида ҳам силжишлар сезиларли даражада ортади.

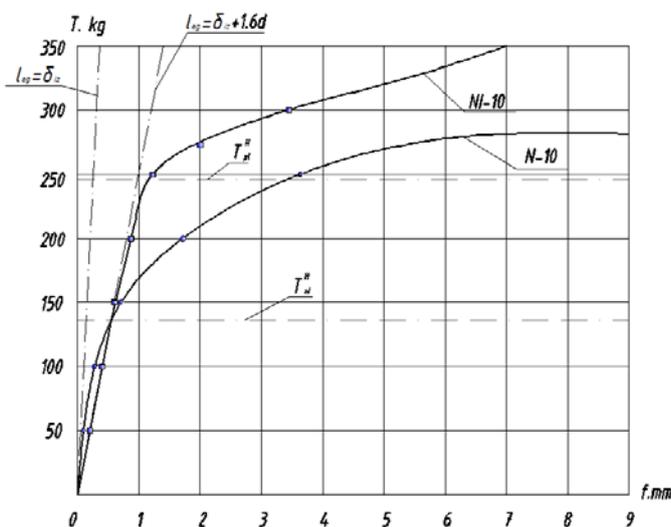
Боғламларнинг энг зўриққан юзаларидаги оқувчанлик чегарасига (σ_y) эришиши учун керак бўладиган силжитувчи куч қуйидагича топилади. (1) ва (2) ифодаларда келтирилган формулалар орқали NI -10 ва N -10 намуналарнинг силжитувчи куч таъсиридаги эластиклик ва пластиклик кўрсаткичлари аниқланган:

$$T_{el}^H = 0,196 \frac{d^3 * \sigma_y}{\delta_q} \quad (1)$$

$$T_{pl}^H = 0,334 \frac{d^3 * \sigma_y}{\delta_q} \quad (2)$$

Эластик боғланган арматура стерженларининг силжишга ишлашида, уларни бетонга қистириб маҳкамланган, жойларидаги бетон эзилгунича, силжитувчи кучга стерженларнинг мойиллиги орасидаги боғланиш чизикли бўлди. Силжишларнинг миқдори эластик боғланган арматура стерженларининг бетонга қистириб маҳкамланган узунлигини четки қатламлар орасидаги масофани эластик боғланган арматура стерженнинг 1,6 диаметр йиғиндисига тенглиги аниқланди. Олинган маълумотлар эластик боғланган арматура стерженларига эга бўлган уч қатламли намуналар билан синовлар орқали тасдақланди.

Ички қатлам намуналарида (I-8 ва I-10) ёриқлар пайдо бўлиши юк ортиб бориши билан аста-секин содир бўлди ва бузилиш юкининг (0,8-0,7) F_{ult} қийматигача давом этди.



5-Расм. Силжитувчи куч таъсирида NI -10 ва N -10 намуна қатлам-ларининг ўзаро силжиш хусусияти.

Бу плиталарда ёриқлар деярли конструкциянинг бутун бўйлама кесими бўйлаб 5 – 10 см масофаларда кузатилди. I-8 намунада ($\mu=0,5\%$) I-10 ($\mu=0,785\%$) намунага нисбатан ёриқлар ҳосил бўлиш momenti бузувчи моментга яқин

“Кучланиш-силжиш” диаграммасида пропорционал боғлиқлик ҳудудида синовдан ўтган барча намуналар учун қатламларнинг ўзаро силжиш қийматлари юқорида келтирилган формула бўйича ҳисобланган қийматлардан анча юқори (1-2 бараварга) бўлди. Бунда боғламларнинг узунлиги камроқ бўлган намуналарда назарий ва тажриба қийматларида катта фарқ кузатилди.

бўлди ва ёриқлар орасидаги масофалар ҳам катта бўлгани кузатилди. Эҳтимол, ёриқлар ривожланишидаги бу фарқлар арматуралаш миқдори билан боғлиқдир. Ташқи темирбетон намунасида ($\mu=0,196\%$) эса кам арматураланган темирбетон элементларидаги каби ёриқлар бузилиш юқининг $0,4 F_{ult}$ қисмида пайдо бўлиб, $0,7 F_{ult}$ қийматигача давом этди, ёриқлар нотеккис тарқалиб, ўзаро 10 – 15 см масофаларда соф эгилиш қисмида кўпроқ кузатилди. Ушбу намунада ёриқларнинг очилиш кенглиги 0,07 – 0,1 мм дан бошланди ва бузилганда 0,5 – 1,1 мм ни ташкил этди. Бошқа намуналардаги ёриқлар очилишининг ҳисобий ва экспериментал қийматлари 2 – жадвалда келтирилган.

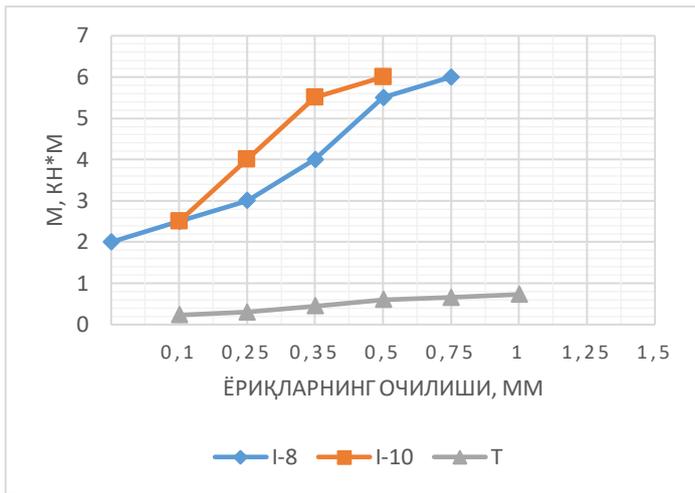
a_{crc}^x нинг ҳисобий қиймати ҚМҚ 2.03.01 даги 144- формула орқали ҳисобланганда тажриба орқали аниқланган a_{crc}^t қийматдан ўртача 25-22 % кўпроқ яъни захираси билан чиқди. Ички қатлам темирбетон плиталарида эса, дастлабки босқичида 7 -23% ҳисобий қиймат катта бўлган бўлса, ёрилишдан кейинги жараёнларда 41 – 44% эксперимент натижаси катта фарқ қилди. Ҳисобий ва ҳақиқий қийматларидаги бундай катта фарқ, энг аввало ёрилишларнинг ҳосил бўлиш хусусиятлари билан изоҳланади.

Уч қатламли темирбетон элементларнинг мустаҳкамлиги, ёриқбардошлиги, салқилиги хоссалари аниқланди. Барча намуналар ички ва ташқи темирбетон қатламларнинг сиқилган зонасида бетонининг эзилишидан арматуранинг оқувчанлик чегарасига эришгандан сўнг, соф эгилиш зонасидаги ораликнинг ўрта қисмидан бузилди.

2.-Жадвал. Алоҳида темирбетон элементлар салқилиги

| Белги ла- ниши | $\frac{M_{crc}^T}{M^T}$ | $\frac{M}{M^T}$ | Салқилиги, мм | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------|-------------|
| | | | Тажриба, f^t | Ҳисобий | |
| | | | | f^n | f^t / f^n |
| I-10 | 0,26 | 0,68 | 0,75 | 0,81 | 0,93 |
| | | | 1,61 | 0,9 | 2 |
| I-8 | 0,47 | 0,6 | 0,6 | 0,78 | 0,77 |
| | | | 1,46 | 0,86 | 1,7 |
| T | 0,4 | 0,9 | 0,58 | 0,3 | 1,9 |
| | | | 0,9 | 1,7 | 0,53 |

Бундан ташқари 8-расмдан кўриниб турибдики, эластик боғланган арматура стерженлари сонининг кўпайиши билан уч қатламли элементларнинг мустаҳкамлиги ҳам ошади: масалан, II- сериянинг изоляциясиз намуналарида эластик боғланган арматура стерженлари бир хил жойлашганда ва сони 4, 8 ва 16 гача кўпайиши билан ҳисобий моментининг (M_{p2}^T) қиймати мос равишда 21, 24 ва 39 % га, изоляцияли намуналарида эса ушбу кўрсаткич 36, 39 ва 50 % га ошиб боргани аниқланди.



Барча уч қатламли намуналар-нинг синовлар натижасидаги ҳақиқий юк кўтариш қобиятлари қуйидаги ҳоллардаги назарий ҳисоблаб топилган қийматлари билан солиштирилди:

6– расм. Уч қатламли панеллар-нинг алоҳида темирбетон элемент-ларида ёриқларнинг очилиш кенглиги.

1. Фақат ички қатламнинг иши ҳисобга олганда (M_{p1}^H);
2. Ички ва ташқи қатламларнинг ишини уларнинг йиғиндиси сифатида алоҳида ҳисобга олганда (M_{p2}^H);
3. Монолит кесим сифатида таклиф этилган барча қатламларни биргаликдаги ишини ҳисобга олган ҳолдаги усул (M_{p3}^T).

Иссиқлик изоляциясининг қалинлиги ошиши билан панелларда эгиловчан боғламларининг таъсири камайди. Буни 8-расмда III – серия панелларининг ўрта қатлами 5, 10 ва 15 см бўлган изоляциясиз намуналарининг ҳисобий моменти (M_{p2}^T) мос равишда 18, 23 ва 14 % ташкил этганидан, ҳамда изоляцион қатлами мавжуд бўлганларда эса 27, 23 ва 29 % камайгани экспериментларимиз орқали тасдиқланди.

Ички қатлам плиталарни мустаҳамлиги ва ёриқлар пайдо бўлиш моментларининг назарий қийматларини ҳисоблашда, сиқилиш зонаси баландлиги ҳимоя қатлаидан кичик ($x < a' = h'_o$), бўлганлиги сабабли, A_s ва A'_s арматуралар чўзилувчи ҳудуддаги бетоннинг ишини ҳисобга олиб, ҚМҚ 2.03.01 фойдаланиб ҳисобланди

$$M \leq R_b * A_b - \sum \sigma_{si} * A_{si} \quad (3)$$

$$M \leq R_b * A_b \left(h - \frac{h_2}{2} - \frac{x}{2} \right) \quad (4)$$

$$M_{crc}^x = R_{bt,ser} * W_{pl} - P(e_{op} + r) \quad (5)$$

Бунда, ёриқлар ҳосил бўлгунича жараёнда салқилик қуйидаги формула орқали ҳисобланди:

$$f_1^T = S * l^2 \frac{M_{crc}}{E_b J_n} \quad (6)$$

бу ерда, M_{crc} – плита бузилишдаги эгувчи моменти,

Ёриқлар ҳосил бўлганидан кейинги салқилик эса қуйидаги формула орқали ҳисобланди:

$$f_1^T = S * l^2 \frac{M^H}{E_b J_n} \quad (7)$$

бу ерда: M^x – плита бузилишдаги эгувчи моменти.

M_q ва M_{kes} нинг қийматлари аниқланганидан сўнг таркибли элементнинг салқилигини аниқлаш қийин бўлмайди. У салқиликлар йиғиндисига тенг бўлади, яъни:

а) f_q^H ни қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олмасдан, юкларни қатламларнинг бикрлиги бўйича пропорционал тақсимоти бўйича аниқлаш:

$$f_q^H = \frac{5 * q_t * l^4 * M_q}{384 * E_t * I_t * M_p} \text{ ёки } f_q^H = \frac{5 * q_i * l^4 * M_q}{384 * E_i * I_i * M_p} \quad (8)$$

б) бутун панел кесими учун f_{kes}^H қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$f_{kes}^H = \frac{5 * q * l^4 * M_{kes}}{384 * E * I * M_p} \quad (9)$$

бу ерда: q_t ва q_i – мос равишда ички ва ташқи юклар;

q – панелга тушадиган юк;

Уч қатламли элементнинг салқилиги қуйидагидегига тенг бўлади:

$$f_{3q}^H = f_{kes}^H + f_q^H \quad (10)$$

Бундан ташқари, ҳар хил арматураланиш коэффицентига эга бўлган, лекин бир хил боғламлардан ташкил топган I – серия намуналарининг ҳисобий момент (M_{p2}^T) қиймати кам арматураланган намуналарда катта бўлди, диаметрлари 8 мм ли намуналардаги фарқи изоляция қатламли намуналарда 27%, изоляция қатлами мавжуд бўлмаган намуналарда эса 23% га юқорилиги кузатилди. Ишчи арматураси диаметри 10 мм бўлган қўш арматураланган ички қатламларда эса фарқи мос равишда 25 ва 30% ни ташкил этди.

Кўп қатламли панеллар қабул қилган моментини алоҳида темирбетон элементлари ва яхлит кесим қабул қилган моментлари йиғиндиси сифатда қараш мумкин:

$$M_p = M_q + M_{kes} \quad (11)$$

Бунда:

$$M_{kes} = T * v \quad (12)$$

бу ерда: T – силжитувчи куч;

v – темирбетон қатламларининг кесимлари ўқлари орасидаги масофа.

Бир текис тақсимланган юк билан учлари эркин бўлган элементнинг эгилган стерженлари учун ораликнинг ўртасида кесиш кучи қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$T = \frac{q * v}{2 * \gamma * \Sigma EI} * l^2 - \frac{q * v}{\gamma * \lambda^2 * \Sigma EI} * \left(1 - \frac{1}{ch * \lambda * e}\right) \quad (13)$$

Панелларнинг юк кўтариш қобилияти қатламлар орасидаги масофанинг ошиши билан, эластик боғланган арматура стерженлар ҳисобига, камаяди ҳамда мустаҳкамликнинг ҳисобий ва ҳақиқий қийматлари ўртасидаи фарқ қисқаради. Масалан, III–серия намуналарининг изоляцион қатлам қалинликлари 5, 10 ва 15 см бўлганида, мос равишда 14, 13 ва 4% ташкил этди.

Умуман олганда, уч қатламли панелларининг изоляцион қатлам ҳисобга олган ҳолдаги юк кўтариш қобилиятининг қиймати фақат эластик боғланган арматура стерженлари ҳисобга олиб аниқланган қийматидан қатламлар ораси 5 см бўлганида ўртача 18 % ошади, 10 ва 15 см бўлганида эса 16 % га ошади.

Изоляцион қатламни ишини ҳисобга олганда моментнинг ҳақиқий ва назарий қийматлари яқинлашди. Эластик боғланган арматуралар сонининг ошиши билан фарқ катталашди.

Силжишларнинг миқдори эластик боғланган арматура стерженларининг бетонга қистириб маҳкамланган узунлигини четки қатламлар орасидаги масофани эластик боғланган арматура стерженнинг 1,6 диаметр йиғиндисига тенглиги аниқланди.

Уч қатламли панел намуналарининг назарий салқилиги қуйидаги уч ҳолат бўйича аниқланди:

1. Қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олмасдан, юкланиш панел қатламларининг бикрлиги бўйича тақсимланиши f_1^H ;
2. [95] тавсияси бўйича қатламлар биргаликда ишини ҳисоби бўйича f_2^H ;
3. Элемент кесими монолит конструкция каби, қатламлар биргаликда ишини ҳисоби бўйича f_3^H .

Қатламларнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлашда уларнинг ички қисмида чўзиш ва ташқи томондан сиқиш ишларидан келиб чиқадиган нормал кучларнинг мавжудлиги ҳисобга олинади.

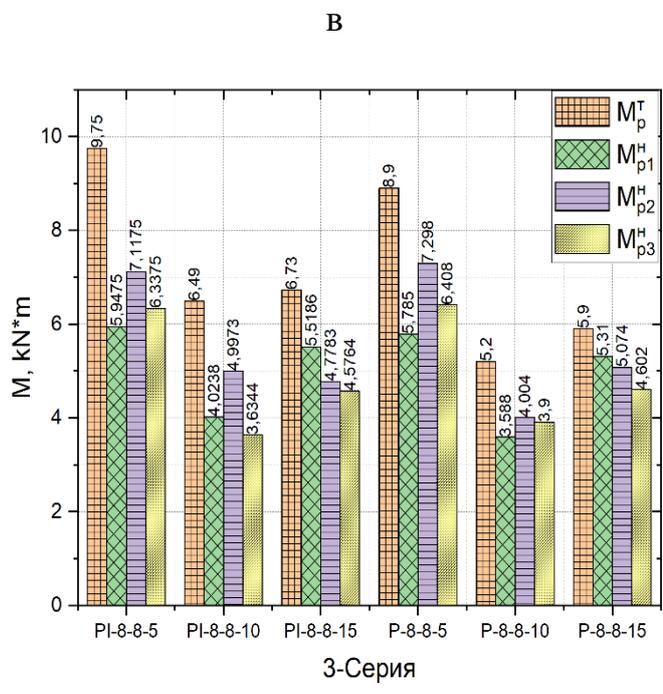
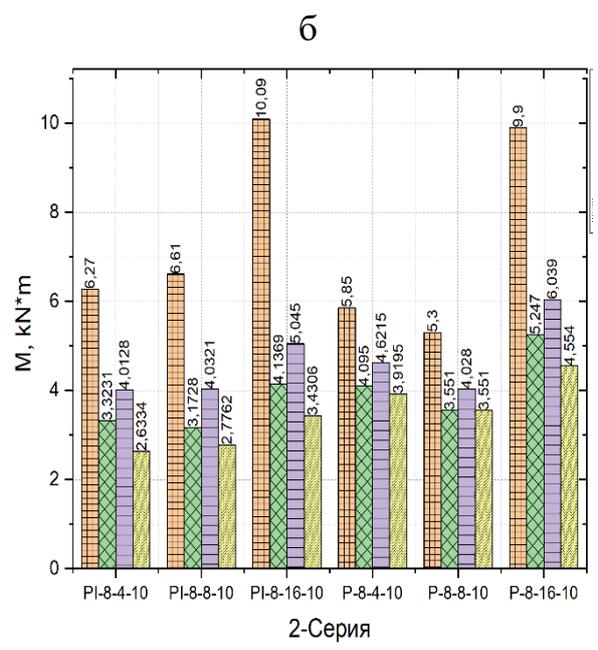
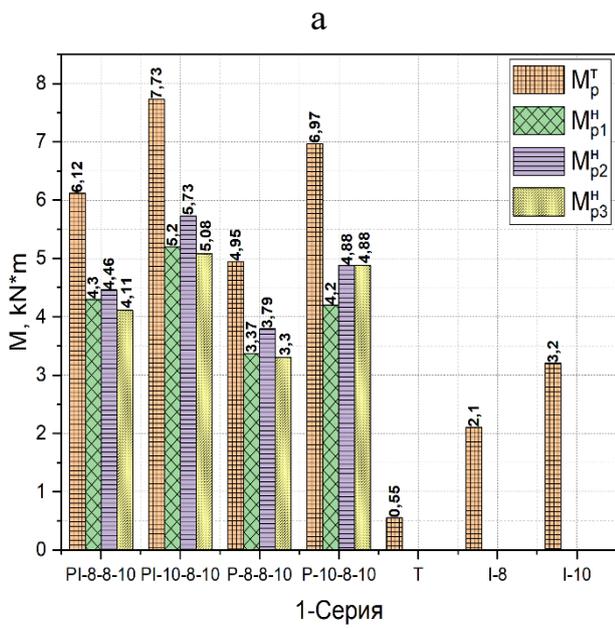
$$M = M_i + M_t + M_{kes} \quad (14)$$

бу ерда: M_i – номарказий чўзилган ички темирбетон қатлам қабул қиладиган момент; M_t – номарказий сиқилган ташқи темирбетон қатлам қабул қиладиган момент; M_{kes} – яҳлит кесим қабул қиладиган момент.

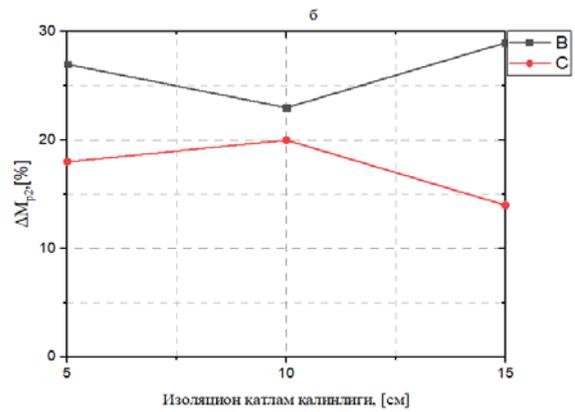
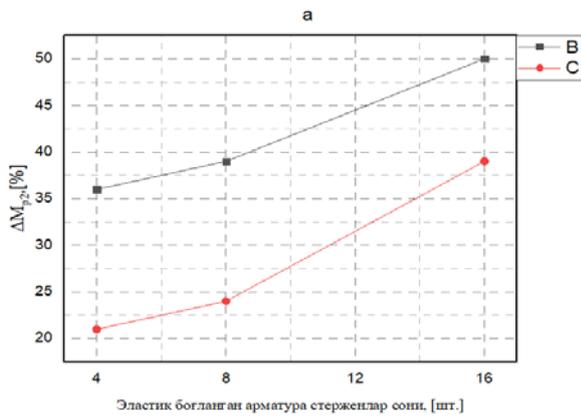
Уч қатламли намуналар учун салқиликнинг назарий қийматлари f_1^H , f_2^H , f_3^H -ҚМҚ 2.03.01 усулларидадан фойдаланилган ҳолда аниқланди.

Ушбу усуллардан фойдаланилганда уч қатламли намуналарнинг алоҳида темирбетон элементларининг натижаларидан, ҳамда бетон ва арматураларнинг тажрибалар асосида аниқланган қийматлари орқали ҳисобланди.

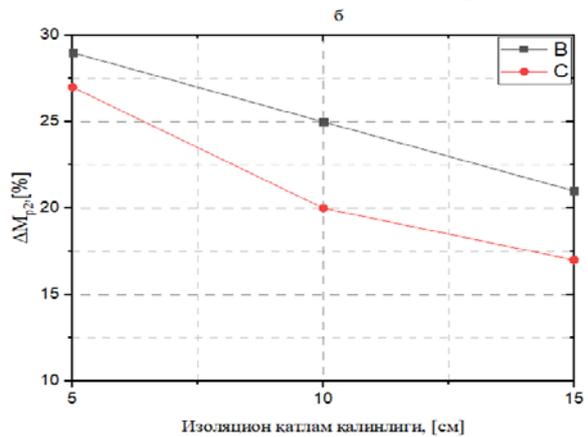
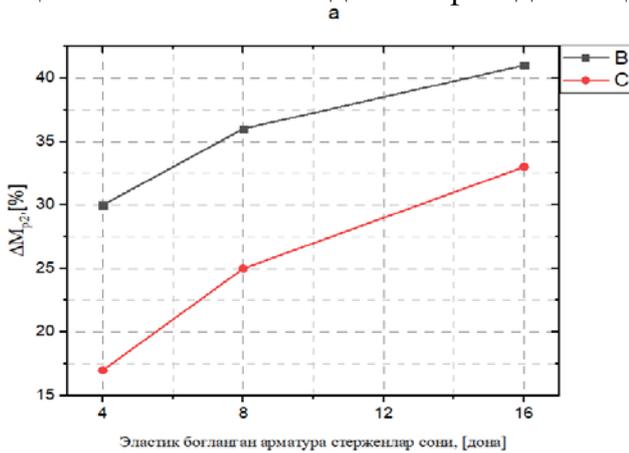
Арматураланиш коэффициентлари ҳар хил, лекин эгиловчан боғламларнинг сони ва изоляцион қатламининг қалинлиги бир хил бўлган I-сериянинг кам арматураланган намуналарида ҳисобий салқилиги ҳақиқий салқиликдан кўп бўлди. Масалан, ишчи арматуралари диаметри 8 ва 10 мм бўлган изоляцион қатламли намуналарда мос равишда, 29 ва 18% ни, ҳамда изоляцион қатлами бўлмаганларида эса 23 ва 7% га катта чиқди.



7-расм. Уч қатламли панелларнинг мустаҳкамликги бўйича экспериментал ва назарий ҳисобларининг натижалари. а – I-серия намуналарининг кўрсаткичлари; б – II-серия намуналарининг кўрсаткичлари; в – III-серия намуналарининг кўрсаткичлари;

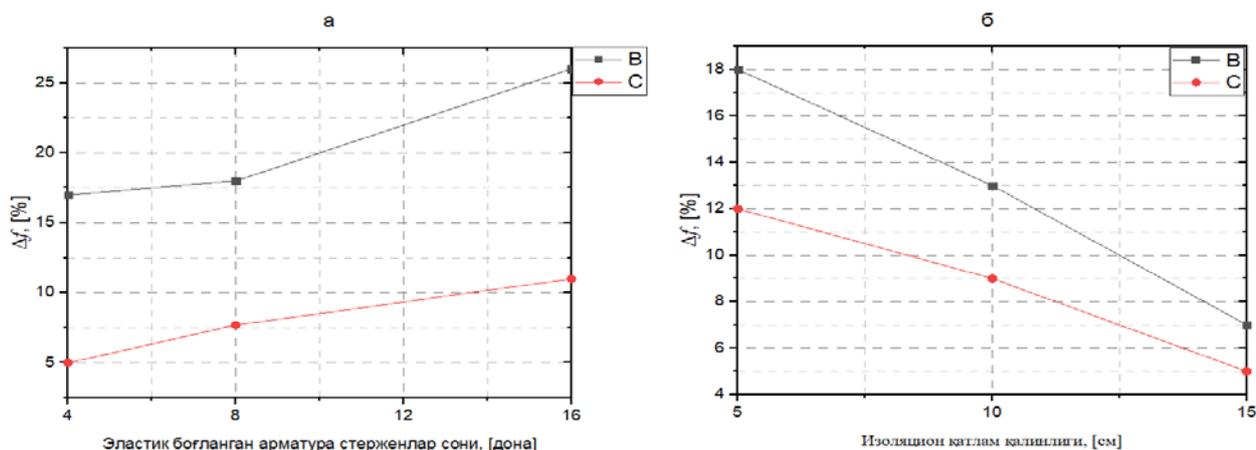


8-расм. Эластик боғланган арматура стерженларининг ва изоляцион қатламнинг уч қатламли панелларнинг мустаҳкамликка таъсири: а - эластик боғланган арматура стерженларни таъсири; б - изоляцион қатламнинг таъсири; В – изоляцион қатламли намуналар; С – изоляцион қатламсиз намуналар; ΔM_{p2} – ички ва ташқи қатламлар юк кўтариш қобилиятининг йиғиндиси сифатида аниқланган ҳисобий момент қийматлари, %



9-расм. Эластик боғланган арматура стерженларининг ва изоляцион қатламнинг уч қатламли панелларнинг ёриқлар ҳосил бўлишига таъсири: а - эластик боғланган арматура стерженларни таъсири; б - изоляцион қатламнинг таъсири; В – изоляцион қатламли намуналар; С – изоляцион қатламсиз намуналар; ΔM_{p2} – ички ва ташқи қатламлар юк кўтариш қобилиятининг йиғиндиси сифатида аниқланган ҳисобий момент қийматлари, %.

Диссертациянинг “Уч қатламли темир-бетон элементларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари” деб номланган бешинчи бобида энергия самарадор арболит асосидаги уч қатламли темирбетон деворлардан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлиги худди шундай функционал вазифани бажарувчи мавжуд аналогларига нисбатан иқтисодий истиқболларини аниқлаш учун қуйидаги бошланғич маълумотлардан фойдаланилди:



10 – расм. Уч қатламли элементларнинг салқилигига эластик боғланган арматура стерженларининг ва изоляция қатламнинг таъсири: а - эластик боғланган арматура стерженларининг таъсири.; б - изоляция қатламнинг таъсири; В – изоляция қатламли намуналар; С – изоляция қатламсиз намуналар; Δf - қатламларнинг биргаликдаги ишини ҳисобга олмасдан ҳисобланган назарий салқиликни ҳисобийдан фарқи, %.

Таққослош учун биринчи конструкция сифатида, ўлчамлари 6000x1200x250 мм, зичлиги $\rho=1600$ кг/м³ атрофидаги енгил бетондан (керамзитобетон) иборат бир қатлами панел;

Таққослош учун иккинчи конструкция сифатида, ўлчамлари 6000x1200x250 мм, уч қатламли, ўрта қатлами зичлиги $\rho=140$ кг/м³ атрофидаги минерал пахта плиталаридан иборат, ташқи қатламининг зичлиги 2200...2400 кг/м³ конструкцион бетондан иборат панел. Панелнинг изоляция ўрта қатламининг ўлчами – 80 мм, ташқи ва ички қатламлари мос равишда 50 ва 120 мм олинди;

3 – жадвал. Ҳар хил қалинликдаги изоляция қатламга эга бўлган панелнинг иссиқлик ўтказиш кўрсаткичлари

| Ташқи қатлам қалинлиги, мм | Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти, λ , Вт/(м·К) | | Уч қатламли темирбетон панелининг қалинлиги бўйича иссиқлик ўтказишга қаршилиги, мм | | |
|----------------------------|--|-------------|---|-------|-------|
| | Ички ва ташқи қатлам | Ўрта қатлам | 200 | 250 | 300 |
| 50 | 1,86 | 0,091 | 1.115 | 1,544 | 1,972 |
| | | 0,101 | 1.044 | 1,44 | 1,834 |
| | | 0,117 | 0.951 | 1,303 | 1,654 |

Изланувчи томонидан таклиф этилган панел конструкцияси ўлчамлари 6000x1200x250 мм, уч қатламли, ўрта қатлами зичлиги 350-400 кг/м³ атрофидаги ўта енгил бетондан (арболит) иборат, ташқи қатлами зичлиги 2200...2400 кг/м³ конструкцион (оғир) бетондан иборат панел. Панелнинг изоляция ўрта қатлами ўлчами – 100 мм, ташқи ва ички қатламлари мос равишда 50 ва 100 мм олинди. Конструкцияларнинг иссиқлик ўтказишга

қаршилигини R_0 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) ҚМҚ 2.01.04 бўйича ҳисобланди. Стандарт усул бўйича ҳисобланган изоляцион қатлами арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон конструкцияларининг натижалари 3– жадвалда келтирилган. Жадвалдаги тадқиқот натижаларига кўра, кўрсатилган минимал қалинлиги конструкция ҚМҚ 2.01.04 га мувофиқ талаб қилинадиган иссиқлик узатиш қаршилигига жавоб беради.

Олинган натижалар бўйича қалинлиги 200 мм бўлган изоляцион қатлами арболитдан тайёрланган уч қатламли темирбетон панелларини иссиқлик ҳимояси I- даражали ишлаб чиқариш биноларининг талабига, қалинлиги 250 мм бўлгани эса иссиқлик ҳимояси II- даражали ишлаб чиқариш ва жамоат биноларининг талабига жавоб берди.

ХУЛОСА

“Ўрта қатлами изоляцион арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон элементларни юк кўтариш қобилияти” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Шоли пўстлоғидан фойдаланилган ҳолда, ўртача зичлиги $350 - 400 \text{ кг/м}^3$, мустаҳкамлиги $0,3 - 1 \text{ МПа}$ бўлган иссиқлик изоляцион материал ишлаб чиқилди ва унинг физик ва механик характеристикалари экспериментал тадқиқ қилинди, ҳамда икки факторли тўлиқ квадрат кўп ҳаднинг (регрессия тенгламаси) математик модели ва изопараметрик диаграммалари олинди.
2. Шоли пўстлоғидан олинган изоляцион материални уч қатламли темирбетон панелларнинг ўрта қатлами сифатида фойдаланиш иқтисодий жиҳатдан яхши самара бериши назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида аниқланди.
3. Уч қатламли панелларнинг ўрта қатлами сифатида шоли пўстлоғидан олинган арболит ишлатилган ташқи қатламларни боғловчи арматура қатламларнинг ўрта қатлам билан бирга ишлашини ва силжишга қаршилигини таъминлаши экспериментал тадқиқотлар асосида тасдиқланди.
4. Эластик боғланган арматура стерженларининг силжишга ишлашида, уларни бетонга қистириб маҳкамланган, жойларидаги мустаҳкамлик чегарасига етгунича, силжитувчи кучга стерженларнинг мойиллиги орасидаги боғланиш чизиқли бўлади. Силжишларнинг миқдори эластик боғланган арматура стерженларининг бетонга қистириб маҳкамланган узунлигини четки қатламлар орасидаги масофани эластик боғланган арматура стерженнинг 1,6 диаметр йиғиндисига тенглиги аниқланди. Эластик боғланган арматура стерженларининг силжишга мустаҳкамлиги уларни бетонга қистириб маҳкамланган жойларининг мустаҳкамлик чегарасига етгандаги эгилиши орқали аниқлаш исботланди.
5. Тадқиқ этилаётган панелларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда, проф. Ю.В. Чиненков томонидан таклиф этилган мувозанатлар чегараси усулининг формулалари бўйича амалга ошириш тавсия этилди. Бунда, кесим томонидан қабул қилинадиган момент, эластик боғланган арматура стерженларидаги чегарамвий бўйлама кучларнинг қийматларига қараб ички номарказий

чўзилувчи ҳамда ташқи номарказий сиқилувчи қатламлар қабул қиладиган моментлар ва яхлит кесим қабул қиладиган моментларни йиғиндисига тенглиги экспериментал исботланди.

6. Изоляцион қатламининг қалинлиги 10 см ва эластик боғланган арматура стерженлар сони 8 та бўлган изоляцион арболит қатламга эга уч қатламли темирбетон элементларининг экспериментлар ёрдамида аниқланган юк кўтариш қобилияти, эластик боғланган арматура стерженлари бўлмаган панелларда фақат ташқи ва ички қатлам темирбетон элементларнинг мустаҳкамлигидан ишчи арматура диаметри 8 мм бўлган намуналарда 36 %, фақат эластик боғланган арматура стерженлари мавжуд темирбетон элементларнинг мустаҳкамлигидан 20 % кўп чиқди. Худди шу кўрсаткичлар билан ишчи арматура диаметри 10 мм бўлган намуналарда эса мос равишда 16 ва 10 % юқори кўрсаткичлар аниқланди.
7. Арматураланиш хусусиятлари, эластик боғланган арматура стерженлари сони ва қатламлари орасидаги масофа бир хил бўлганда изоляцион қатлами арболитдан иборат бўлган уч қатламли темирбетон конструкцияларнинг мустаҳкамлик, ёриқбардошлик ва салқиллиги изоляцион қатлами олиб ташланган учқатламли темирбетон конструкцияларга қараганда, яъни фақат изоляцион қатлам ҳисобига мустаҳкамлиги ўртача 15% га, ёриқбардошлиги ва салқиллиги 10% га ошгани экспериментал исботланди.
8. Уч қатламли девор панелларини лойиҳалашда қўлланилиши ишлаб чиқилган ҳисоблаш усуллари ишчи арматуранинг сарфи 1 м³ маҳсулот учун 8% гача қисқартириб, мустаҳкамлиги, салқилиги ва ёрилишга бардошлиги синовлар бўйича амалдаги стандартларнинг иссиқлик техник ва механик талабларига жавоб бериши экспериментал равишда аниқланди;
9. Изоляцион қатлами арболитдан бўлган уч қатламли темирбетон тўсиқ конструкцияларининг муқобили изоляцион қатлами минерал пахтадан тайёрланган ҳамда керамзитбетонли бир қатламли конструкциялар билан иқтисодий техник тарафлардан солиштирилганда эса 1 м³ маҳсулот учун мос равишда, 17,2 ва 11,5 % га арзонлиги ҳисобланди.
10. Ўрта қатлами изоляцион арболитдан тайёрланган кўп қатламли темирбетон тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик ўтказувчанлигини автоматлаштирилган ҳисоблаш дастури орқали ҳисоблаб, 200 мм қалинликдаги панеллар иссиқлик ҳимояси I даражали ишлаб чиқариш биноларининг талабига, қалинлиги 250 мм бўлгани эса иссиқлик ҳимояси II даражали ишлаб чиқариш ва жамоат биноларининг талабига жавоб бериши аниқланди.

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

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ТОХИРОВ ЖАЛОЛИДДИН ОЧИЛ ЎҒЛИ

**НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ СО СРЕДНИМ СЛОЕМ ИЗ ИЗОЛЯЦИОННОГО
АРБОЛИТА**

05.09.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по техническим наукам

Ташкент – 2022

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2021.4.PhD/T2544.

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте.

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

Научный руководитель: **Акрамов Хуснитдин Ахрарович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Ходжаев Аббос Агзамович**
доктор технических наук, профессор
Усманов Валиахмад Файзиллаевич
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Джизакский политехнический институт**

Защита диссертации состоится «27» декабря 2022 г. в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском государственном архитектурно-строительном институте (Адрес: 100011, г. Ташкент, ул. Абдуллы Кадыри, дом-7в .Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного архитектурно-строительного института (зарегистрированным за № 97). Адрес: 100011, г.Ташкент, ул. Янгишахар, дом 9а. Тел: (+ 99871). 235-43-30, факс: (+ 99871) 234-15-11, электронная почта: [taqi_atm @ Edu.uz](mailto:taqi_atm@Edu.uz)). факс: (99871) 241-80-00, электронная почта: taqi_atm@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан «16» декабря 2022 года.
(реестр протокола рассылки №26 от «30» ноября 2022 года).

А.И. Адилходжаев

Заместитель председателя Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

А.Т. Хотамов

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Б. Аскарлов

Председатель Научного семинара при Научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации на соискание ученой степени доктора доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мировой строительной практике, в процессе подготовки и использования строительных конструкций, возрастает доля применения энерго и ресурсосберегающих методов, технологий. В этом направлении в странах с развитой строительной отраслью как Российская Федерация, Индия, КНР, Дания, Южная Корея, ФРГ, Финляндия, Нидерланды и других странах имеется ряд достижений в целях улучшения состояния жилищных, общественных и промышленных зданий за счет усовершенствования и производства строительных конструкций высокой энергоэффективности. В частности, большое значение имеет снижение массы зданий и сооружений и повышение их тепловой эффективности. По этой причине особое внимание уделяется повышению энергоэффективности стеновых материалов и конструкций, конструктивным решениям и усовершенствованию технологии их производства с использованием местного сырья и промышленных отходов.

В мире проводятся научные исследования, с использованием теоретических и экспериментальных методов, посвященные композитным конструкционно-изоляционным конструкциям наружных стен нового поколения с различными конструктивными решениями. В связи с этим для ограждающих конструкций актуальными считаются вопросы использования местных сырьевых или вторичных ресурсов различных отраслей промышленности, учет относительной теплопотери через наружные стены, оптимизируя их толщину, улучшение конструктивных характеристик стен здания для обеспечения теплотехнической однородности считаются актуальными вопросами. При этом большое значение приобретает также повышение сейсмической безопасности зданий за счет снижения веса ограждающих конструкций с оптимизированной толщиной.

Особое внимание в Узбекистане уделяется разработке ограждающих конструкций и одобрению инновационных конструкций по их облегчению, экономии энергоресурсов и запасов природных ресурсов, обеспечению надежности зданий и сооружений, разработке новых конструктивных решений для них. в частности в стратегии развития Нового Узбекистана намеченных на 2022-2026 годы «... удвоение объемов производства строительных материалов...»¹ и «...модернизация инфраструктуры промышленных предприятий, повышение энергоэффективности не менее чем на 20 процентов, а за счет более широкого использования чистых и экологически безопасных технологий и производственных процессов для обеспечения их

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годах»

устойчивости....»²¹ и другие задачи. При решении этих вопросов целесообразно использовать местные и вторичные ресурсы промышленности, например, отходы переработки сельскохозяйственной продукции. Их использование в производстве строительных материалов и конструкций дает возможность не только улучшить экологию, но и добиться энерго и ресурсоэффективности, а также возможность усовершенствования производства современных строительных конструкций.

Результаты диссертационного исследования в определенной степени служат выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан № PQ -60 от 28 января 2022 г. «**О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы**», Указа № PQ-4335 от 23 мая 2019 г. «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов».

Исследования данной диссертации в определенной мере также служат реализации задач, предусмотренных в постановлении Президента Республики Узбекистан от 02.02.2021 № PQ-4973 «О мерах по дальнейшему развитию рисоводства» и другие нормативно-правовые документы, принятые в этой области.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан. Исследования выполнены в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан по теме II. «Энергетика, энерго и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В свете создания эффективных составов и технологии высококачественных строительных материалов крупнейшие мировые ученые такие как Ю.М. Баженов, Батраков, Б.В. Горенштейн, В.Г. Золотухин, А.А. Кудрявцев, Ю.С. Беленький, Н.В. Морозов, Н.Я. Спивак, В.И. Лишак, И.Д. Передеренко и другие, помимо задач совершенствования конструктивных решений строительных конструкций, исследования их прочности, напряжённо-деформируемого состояния и трещиностойкости, а также ученые В.М. Байков, Ю.В. Чиненков, А.А. Евдокимов, В. Полетаев, Б.И. Майоров, Ю.И. Мешкаускас, Н.В. Морозов, Ш.А. Акбулатов, А.М. Окленд, Е.А. Король, М. Штамм, Г. Витте и другие проводили научные исследования и добились важных результатов.

Ученые нашей страны А.И. Адилходжаев, Х.А. Акрамов, Б.А. Аскарлов, С.А. Ходжаев, Х.Х. Камилов, Е.В. Щипачева, Е.У. Касимов, С.С. Шаумаров, А.А. Ашрапов, С.Р. Раззаков, А.А. Ходжаев, В.Ф. Усманов, С. Раззаков, А.Т. Хотамов, П.Т. Мирзаев, Р.Р. Юсупов, А.С. Ювмитов и другие провели ряд исследований состава эффективных бетонов на основе вторичных ресурсов и прочности, однородности и трещиностойкости конструкций на их основе и в разные годы получили важные научные и практические результаты.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 4 октября 2019 года № УП-4477 «Постановление Президента Стратегия перехода к «зеленой» экономике Республики Узбекистан на период 2019-2030 годы»

Анализ проведенных научных исследований показал, что основной причиной того, что трехслойные конструкции не получили широкого распространения в строительной практике нашей страны, является отсутствие видов материалов, используемых в качестве теплоизоляционного слоя, и то, что физико-механические свойства предлагаемых теплоизоляционных материалов и их совместная работа со слоями панелей изучены недостаточно. Именно эта ситуация послужила основанием для выбора темы данной диссертации, определения ее целей и задач.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ образовательного учреждения.

Диссертационное исследование Ташкентского архитектурно-строительного института № ОТ-Атекс-2018-178 «Создание методики расчета прочности, трещиностойкости и деформационных свойств трехслойных железобетонных элементов из низкопрочного бетона с теплоудерживающим средним слоем на основе сельскохозяйственных отходов» (2018-2020 гг.) выполнен в рамках практического проекта.

Цель исследования: Целью данной диссертационной работы является теоретическое и экспериментальное исследование несущей способности трехслойных железобетонных элементов со средним слоем из изоляционного арболита.

Задачи исследования: для достижения поставленной цели планируется решить следующие задачи:

разработка автоматизированных программ по выбору оптимального состава арболита и толщины теплоизоляционного слоя трехслойных железобетонных панелей, а также по расчету коэффициента теплопроводности этих панелей;

проведение экспериментальных исследований физико-механических и деформационных свойств разработанного теплоизоляционного арболита;

проведение экспериментальных исследований по определению влияния количества и длины эластично-связанных арматурных стержней на несущую способность панели;

экспериментальная оценка влияния толщины изоляционного слоя на свойства панели, такие как прочность, трещиностойкость и прогиб;

сравнение технико-экономических показателей предлагаемой конструкции с альтернативными вариантами;

Объект исследования. В качестве объекта исследования были взяты трехслойные железобетонные панели, изоляционный слой которых выполнен из арболита.

Предметом исследования является изучение состава, строительнотехнических свойств теплоизоляционного арболита, а также прочности, трещиностойкости и прогиба трехслойных железобетонных панелей, изготовленных с его использованием в качестве промежуточного слоя.

Методы исследования. В ходе исследований использовались метод математического планирования экспериментов композиционной оптимизации, современные методы физико-механических испытаний систем, стандартные методы определения показателей качества железобетонных конструкций, метод статистического анализа результатов экспериментов.

Научная новизна исследования заключается в нижеследующем:

с использованием составляющих арболита (цемент и рисовая шелуха) был разработан теплоизоляционный материал со средней плотностью 350 - 400 кг/м³ и прочностью 0,3 - 1 МПа;

величина перемещений эластично связанных арматурных стержней под действием силы сдвига равна сумме длин упруго связанных стержней арматуры, зажатых в бетоне, при этом расстояния между краевыми слоями и упруго связанных арматурных стержней составляло 1,6 диаметра;

за счет применения теплоизоляционного арболита, рационального состава, состоящего из цемента и рисовой шелухи, утепляющий слой трехслойных железобетонных конструкций имеет в среднем повышение прочности до 15 %, трещиностойкости и прогиба до 10 %;

за счет использования методики расчета, разработанной при проектировании трехслойных стеновых панелей, доказано, что расход рабочей арматуры на 1 м³ изделия уменьшается до 8 %.

Практические результаты исследования:

разработана программа расчета, позволяющая автоматизировать методы определения состава арболита, используемого для изоляционного слоя;

опытным путем определено повышение прочности, прогиба и трещиностойкости при совместной работе упруго связанных арматурных стержней и изоляционного арболита в трехслойных железобетонных элементах и разработаны рекомендации для проектных организаций по учету этих факторов;

экспериментально установлено, что при расчете образования трещин и прогиба трехслойных стеновых панелей с упруго связанными стержнями арматуры, используя теорию составных упругих стержней, необходимо учитывать наклон упруго связанных стержней арматуры за счет сжатия бетона;

разработана программа расчета, позволяющая автоматизировать методы определения теплопроводности трехслойной железобетонной конструкции.

Надежность результатов работы.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что проведен масштабный комплекс экспериментальных исследований с использованием современных методов и средств, обеспечивающий высокий уровень пропорциональности результатов теоретических и экспериментальных исследований, использование проверенных методов математической статистики. в развитии полученных результатов, и факт достижения положительного результата при внедрении разработки.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований основана на применении математических моделей по определению прочности и теплопроводности арболита, используемого в трехслойных панелях в среднем слое. Результаты показали, что значительно повышаются ряд свойств конструкции, такие как прочность, прогиб, трещиностойкость и изоляционные свойства. Кроме того, определено, что в железобетонных трехслойных элементах с изоляционным слоем из облегченного бетона и упруго-связанными арматурными стержнями образуется монолитное сечение, определение несущей способности которого осуществляется, как расчет моментов от нагрузок на железобетонные элементы.

Практическая значимость результатов исследования объясняется реалистичной оценкой строительно-эксплуатационных свойств трехслойных железобетонных панелей с теплоизоляционным слоем из сверхлегкого бетона в результате применения методики расчета длина упруго связанных стержней арматуры в подвесных панелях и оптимальная, проектная толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая прочность, прогиб, трещиностойкость и теплоизоляционные свойства панелей.

Образец трехслойных панелей со средним слоем из изоляционного арболита изготовлен, испытан и внедрен в ООО «CONCRET BUILD» (Исход. № 03-07/01-2337 за 2022 г. Министерства строительства Республики Каракалпакстан). В результате достигнуто повышение прочности изоляционных арболитовых трехслойных панелей до 15 %, и свойств прогиба и трещиностойкости - до 10 %;

трехслойные панели с упруго связанной арматурой и средним слоем из теплоизоляционного арболита внедрены в ООО «QQGORSELPROYEKT» (исход № 03-07/01-2337 за 2022 г. Министерства строительства Республики Каракалпакстан,). В результате, по сравнению с техническими аспектами, на 1 м³ изделия было достигнуто снижение себестоимости на 17,2% по сравнению с традиционными однослойными керамзитобетонными панелями и на 11,5% по сравнению с трехслойными панелями с утепляющим слоем из минеральной ваты.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы обсуждались на 6-х международных и 5-ти республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 6 научных статей, в том числе: 1 в журналах, входящих в базу данных SCOPUS и 5 - в научных изданиях, в которых рекомендуется публиковать основные научные результаты на соискание степени доктора философия по техническим наукам. Также результаты исследований опубликованы в виде статей и тезисов из 11 конференций, которые были заслушаны на международных и республиканских

научно-практических конференциях и опубликованы в ВАК Республики Узбекистан.

Кроме того, Агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан получены сертификаты на 2 компьютерные программные машины.

Состав и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации - 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснованы актуальность и необходимость диссертационной работы, сформулированы цели и задачи диссертации, приведены объект и предмет исследования, указано соответствие выполненной работы приоритетным направлениям развития науки и техники в Республике Узбекистан. Приведены сведения о степени изученности проблемы, практической значимости, надёжности и научной новизны полученных результатов исследования, об использовании результатов проведенного исследования в практике проектирования зданий незавершенного строительства, публикациях по результатам исследований, а также указаны объём и структура диссертационной работы.

В первой главе диссертации «Современное состояние эксплуатации многослойных железобетонных конструкций» показан мировой опыт применения арболита, конструктивные решения многослойных железобетонных конструкций на основе арболита, теоретические основы и проблемы расчета многослойных железобетонных конструкций. На основе комплексного анализа научно-технической литературы сформированы рабочая научная гипотеза, цель и основные задачи исследования.

На основании аналитического анализа литературы по теме диссертации сформирована рабочая гипотеза исследования, согласно которой трехслойные железобетонные конструкции, средний слой которых выполнен из изоляционного арболита и упруго-связанными арматурными стержнями, вместе образуют монолитное сечение, в результате чего повышаются прочность, трещиностойкость и прогибные свойства, что явилось основанием для формирования рабочей гипотезы о том, что это приводит к совершенствованию конструкции.

Во второй главе диссертации «Свойства сырья и методы исследования» представлены задачи экспериментальных исследований, испытательные приборы, инструменты и средства измерений, а также результаты изготовления опытных образцов. Освещены методы исследования используемых материалов, таких как цемент, органический заполнитель, арматура и бетон.

Образцы балок из трехслойных железобетонных элементов со средним слоем из теплоизоляционного арболита размерами поперечного сечения $b \times h = 40 \times 25$ см, длиной $l = 250$ см, шагом опор $l_0 = 230$ см были испытаны на специально подготовленном испытательном стенде. Балки были изготовлены в

деревянных формах. Внутренняя поверхность форм была покрыта листами полиэтиленовой пленки.

В качестве рабочей арматуры для пространственного каркаса использовались арматурные стержни Ø10 или Ø 8А-III(A400) устроенные в зоне растяжения и сжатия внутреннего слоя, а в верхнем слое предусмотрены сетки из проволоки 4Ø5Вр500. Стержневые элементы упруго связанной арматуры изготавливаются из стержней диаметром Ø8 мм. (Рис. 1). Железобетонные элементы образцов трехслойной панели выполнены из тяжелого бетона класса В22,5. Вместе с ними из того же бетона одновременно были изготовлены кубы 15х15х15см и призматические образцы 15х15х60см.

Всего было изготовлено 19 образцов, 3 из которых представляли собой отдельные железобетонные плиты, и они были обозначены следующим образом:

Р – трехслойная панель без теплоизоляционного слоя;

РІ – трехслойная панель с теплоизоляционным слоем;

І – железобетонная плита внутреннего слоя;

Т – железобетонная плита наружного слоя;

Цифры 8 и 10 после этих букв обозначают диаметр продольной арматуры пространственного каркаса, а цифры 4, 8 и 16 — количество упруго связанных арматурных стержней. Последние цифры (5, 10 и 15) обозначают толщину изоляционного слоя в сантиметрах. Всего образцы были приготовлены в 3 серии, и образцы каждой серии были приготовлены из одной смеси за один раз.

В 1-ой серии было изготовлено 7 образцов, из них 3 – отдельные железобетонные плиты, а оставшиеся 4 – панели с различной рабочей арматурой.

Во 2-й серии всего изготовлено 6 образцов, причем каждая пара образцов имеет изолирующий слой и один без изолирующего слоя, и они различаются количеством упругих связей (4, 8 и 16).

В 3-ей серии всего заформовали 6 образцов, каждая пара образцов с изоляционным слоем и без изоляционного слоя, причем толщина изоляционных слоев различается на 5, 10 и 15 см соответственно.

Плиты устанавливались на 2-х шарнирных опорах стенда для испытаний образцов. Одна из петель неподвижна, а другая подвижна. Для обеспечения равномерного распределения усилий грузы размещались на пластинах с интервалом 40 см. Расстояние от основания до края балок составляло 100 мм.

Нагрузка доставлялась поэтапно с использованием естественных нагрузок в 50 кг. (Рис. 2).

Перед началом испытаний фиксировались начальные показания всех измерительных приборов, установленных на плите-образце. Эти показатели были приняты за «Условный ноль». Загрузка давалась медленно в несколько этапов. Каждая нагрузка на шаге составляла примерно 10% от расчетной разрушающей нагрузки. После каждого этапа нагружения ждали её

стабилизации до 20 минут. Измерения фиксировались после каждой фазы нагрузки и в конце фазы.

В третьей главе диссертации «Физико-механические и конструктивные свойства теплоизоляционного слоя и упруго связанной арматуры» использован метод математического моделирования выбора оптимального состава теплоизоляционного арболита, используемого для среднего слоя. Для проверки были исследованы физико-механические и деформационные свойства выбранной конструкции, проведены испытания по определению прочности призмы, модуля упругости, коэффициента

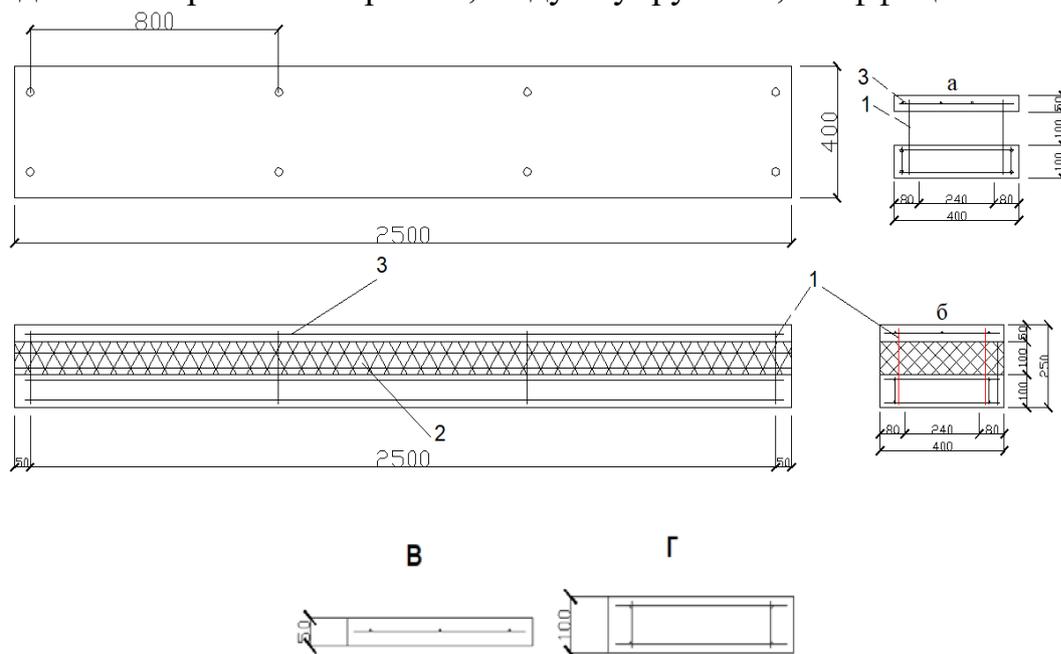


Рис. 1. Схемы армирования и формовки образцов панелей:
а - образец без изоляционного слоя; б - образец с изоляционным
слоем; в - внешний слой; г - внутренний слой; 1 - упруго связанные
арматурные стержни; 2 – изоляционный слой;

Пуассона, проникающей деформации, предела прочности при изгибе, а также теплопроводности изоляционного арболита. Кроме того, представлены результаты экспериментальных исследований подвижных соединений при перемещении.

Для статистического анализа результатов проведенных экспериментов использовали двухфакторную полно квадратичную множественную регрессию (уравнение регрессии).

Уравнение регрессии для коэффициента теплопроводности образцов арболита имеет следующий вид:

$$y_{\lambda} = 0,258 + 0,00414X_1 + 0,00316X_2 + 0,00298X_1X_2 + 0,0436X_1^2 + 0,0304X_2^2$$

Уравнение регрессии для прочности образцов арболита через 28 сут имеет следующий вид:

$$y_{R28} = 3,096 + 0,1658X_1 + 0,1908X_2 + 0,03X_1X_2 + 1,5508X_1^2 + 1,5508X_2^2$$

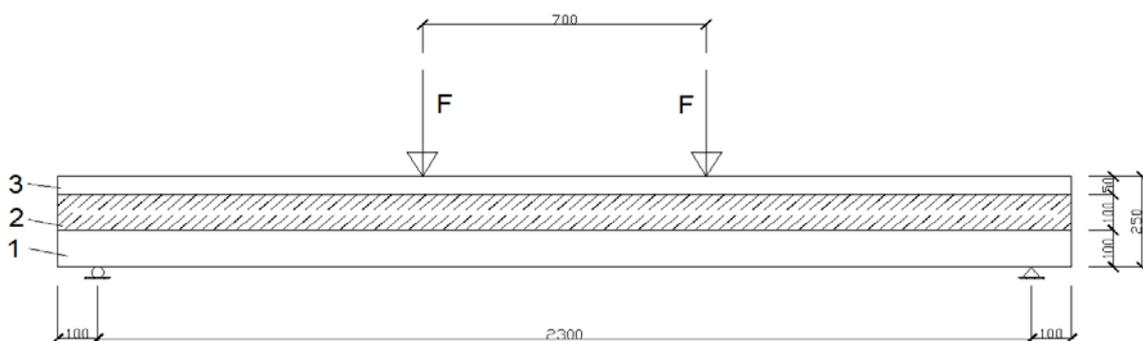


Рис. 2. Пример схемы загрузки. 1- опытный образец, 2- траверса распределения нагрузок.

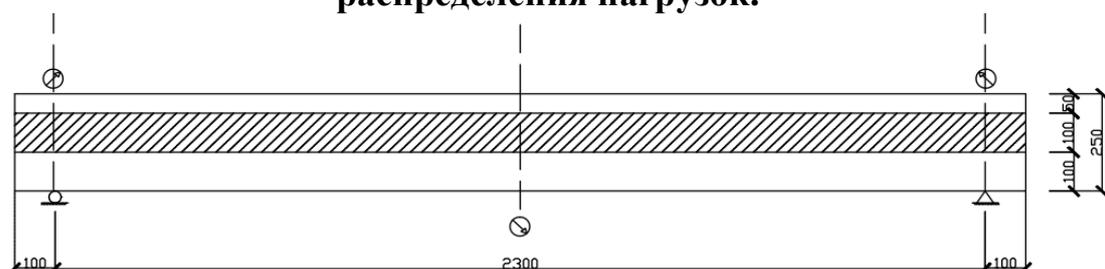


Рис. 3. Схема установки индикаторных средств измерений на образцах

Таблица 1. Результаты эксперимента по выделению арболита

| Свойства | Полученные результаты |
|--|-----------------------|
| Средняя плотность, кг/м ³ | 350-400 |
| Прочность на сжатие, Мпа | 0,3-1 |
| Начальный модуль упругости, Мпа | 600 - 650 |
| Усадочная деформация, $\epsilon_{yc}(360) \cdot 10^{-5}$ | 120-350 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) | 0,07-0,11 |
| Модуль сдвига $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$, Мпа | 2,7 |

Погрешность опытов на статических образцах составила 8% по теплопроводности и 5% по прочности, что подтверждает достоверность полученных результатов. Оба выбранных фактора одинаково важны для прочности и теплопроводности арболита.

Целью исследования сопротивления сдвигу упруго связанных стержней арматуры было определение зависимости между параметрами «перерезывающая сила - наклон» и максимальными нагрузками, которые могут воспринимать соединения.

В качестве эластично связанных арматурных стержней использовалась арматура диаметром 8 мм марки А-III (А400). Для промышленных и сельскохозяйственных зданий принят бетон марки В22,5 с толщиной внутреннего слоя 100 мм и наружного слоя 50 мм, как и в панельных проектах. Образцы для опытных испытаний были спроектированы со слоями изоляции 50, 100 и 150 мм (рис. 4) размерами $b \times l = 300 \times 300$ мм. Пучки состоят из четырех отдельных стержней. В качестве теплоизоляционного слоя использовали арболит плотностью не более 350-400 кг/м³ по ГОСТ 19222.

Всего было изготовлено и испытано 12 образцов (2 серии по 6 образцов) с теплоизоляционными слоями разной толщины. Из 12 образцов в каждом наборе 6 - были сформованы с изолирующими слоями, а остальные 6 - без изолирующих слоев.

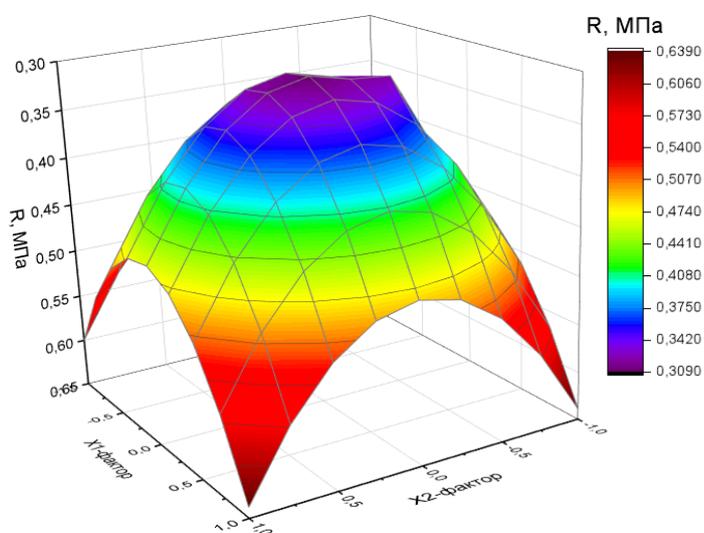


Рис. 4. Изопараметр прочности теплоизоляционного арболита

Все образцы были приготовлены из одной бетонной смеси. После уплотнения бетонной смеси глубинным вибратором, образцы помещали в заранее подготовленные формы. упруго связанные арматурные стержни были размещены после укладки внутреннего и изоляционного слоя. Процесс формирования завершается укладкой внешнего слоя бетона и арматурной сетки из проволоки класса Вр-I (Вр500) диаметром 5 мм. Кроме того, были взяты кубические образцы из бетонной смеси

наружного слоя. Все образцы хранились в лабораторных условиях в течение 28 дней и тестировались после истечения срока хранения.

Для испытаний образцов на растяжение и пластичность упруго связанных арматурных стержней первая серия образцов была изготовлена без изолирующего слоя. Она маркируется буквой «N» в своем индексе, а образцы с изоляционным слоем — буквами «NI». Цифра после этих букв означает толщину слоя изоляции между наружными слоями бетона, а цифра после нее - порядковый номер пары образцов в серии.

При определении характеристик сдвига образцов прикладывалась вертикальная нагрузка от центра внешнего слоя бетона, одновременно зажимая внутренний слой образца с помощью зажимов. На образцы нагружали испытываемые контрольные весовые камни массой 10 и 20 кг весом 5-10% от разрывного усилия и выдерживали по 10 минут на каждом этапе нагружения.

Испытания продолжались до тех пор, пока взаимное смещение слоев не составило 1 см.

В четвертой главе диссертации «Конструктивно-эксплуатационные свойства трехслойных железобетонных элементов» описаны показатели сопротивления соединений упруго связанных арматурных стержней и изоляционного слоя, конструктивные свойства элементов наружного и внутреннего железобетонных слоев и трехслойных панелей, определенные в результате экспериментов.

Для определения совместного сопротивления упруго связанных арматурных стержней и изоляционного слоя на примере образцов Н-10 и НИ-10 был проанализирован взаимный сдвиг слоев образца под действием перерезывающей силы. В начале нагружения, смещения увеличиваются пропорционально напряжению, затем скорость нарастания перемещений увеличивается, а на завершающем этапе (около 1 см от общего смещения) перемещения значительно возрастают даже при небольшой величине нагружения.

Сила сдвига, необходимая для достижения предела текучести (σ_y) на наиболее нагруженных поверхностях соединений, определялась как:

$$T_{el}^H = 0,196 \frac{d^3 \cdot 6\tau}{\delta_q} \quad (1)$$

$$T_{pl}^H = 0,334 \frac{d^3 \cdot 6\tau}{\delta_q} \quad (2)$$

по приведенным формулам определяли показатели упругости и пластичности образцов NI-10 и N-10 при сдвигающих усилиях.

В области «напряжение-деформация» значения взаимных перемещений пропорциональной зависимости слоев для всех испытанных образцов были значительно выше (в 2-4 раза) значений, рассчитанных по приведенной выше формуле. Не было обнаружено существенной разницы между теоретическими и экспериментальными значениями образцов с более короткими длинами связей.

При работе на сдвиг упруго связанных арматурных стержней, зажатых в бетоне, зависимость между наклоном стержней и силой смещения является линейной, пока не будет достигнут предел прочности. Величина перемещений определялась равной сумме длин упруго связанных арматурных стержней, прижатых к бетону, расстояния между краевыми слоями и суммы 1,6 диаметров упруго связанных арматурных стержней. подтверждено испытаниями трехслойных образцов с гибкими связями.

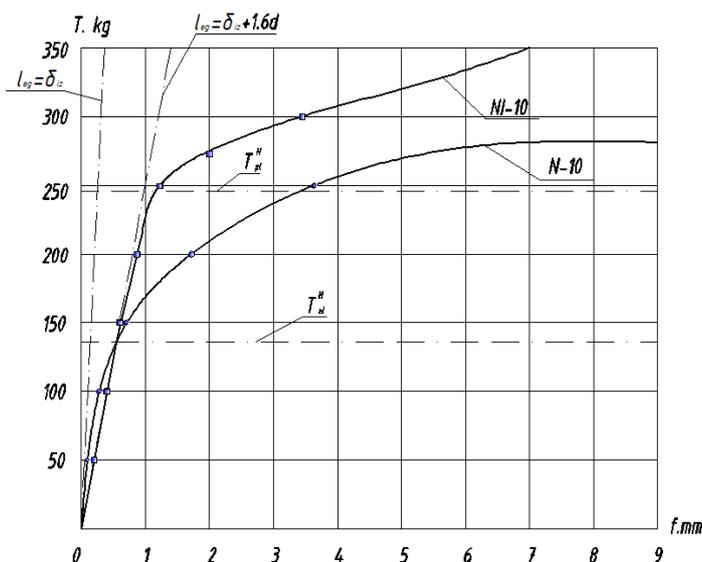


Рис. 5. Свойства взаимного смещения слоев образцов NI-10 и N-10 под действием сдвигающей силы.

В образцах внутреннего слоя (I-8 и I-10) зарождение трещин происходило постепенно с увеличением нагрузки и продолжалось до значения разрушающей нагрузки $(0,8-0,7) F_{ult}$.

Трещины в этих плитах проходят почти по всему

продольному сечению конструкции наблюдаются на расстоянии 5-10 см. В образце И-8 ($\mu=0,5\%$) по сравнению с образцом I-10 ($\mu=0,785\%$) момент трещинообразования был близок к моменту разрушения, при этом наблюдалось, что расстояния между трещинами также были больше. Возможно, эти различия в развитии трещин связаны с количеством армирования. Во внешнем железобетонном образце ($\mu=0,196\%$) трещины появлялись при $0,40$ момента разрушения и продолжались до значения $0,7$, как и в менее армированных железобетонных элементах. В этом образце ширина раскрытия трещины начиналась с $0,07-0,1$ мм и при разрушении достигала $0,5-1,1$ мм. Расчетные и экспериментальные значения раскрытия трещин в других образцах представлены в таблице 2.

Во внутреннем слое железобетонных плит расчетное значение составило 7-23 % на начальном этапе, а экспериментальный результат - 41-44 % в пост трещиноватом процессе. Такая большая разница между расчетными и фактическими значениями объясняется в первую очередь особенностями образования трещин.

Расчетное значение a_{crc}^x при расчете по формуле 144 в КМК 2.03.01 было в среднем на 25-22% больше экспериментально определенного значения a_{crc}^t , т.е. с запасом.

Определены параметры прочности, трещиностойкости, прогиба трехслойных железобетонных элементов. Все образцы разрушились в середине пролета в зоне чистого изгиба после достижения предела текучести арматуры из-за разрушения бетона в зоне сжатия внутреннего и внешнего железобетонных слоев.

Фактические несущие способности всех трехслойных образцов сравнивались с теоретически рассчитанными значениями в следующих случаях:

1. Учитывая только работу внутреннего слоя (M_{p1}^H);
2. Считая работу внутреннего и внешнего слоев по отдельности как их сумму (M_{p2}^H);

3. Метод с учетом совместной работы всех слоев предлагается как монолитное сечение (M_{p3}^T).

При расчете теоретических значений прочности плит внутреннего слоя и моментов возникновения трещин, так как высота зоны сжатия меньше защитного слоя ($x < a' = h'_0$), учитывая работу бетона в зоне растяжения арматуры A_s и A'_s , расчёт ведётся с использованием по КМК 2.03.01

$$M \leq R_b * A_b - \sum \sigma_{si} * A_{si} \quad (3)$$

$$M_{crc}^x = R_{bt,ser} * W_{pl} - P(e_{op} + r) \quad (4)$$

При этом прогиб в процессе дообразования трещин рассчитывали по следующей формуле:

$$f_1^T = S * l^2 \frac{M_{crc}}{E_b J_n} \quad (5)$$

Здесь M_{crc} – изгибающий момент при разрушении панели

Прогиб после образования трещин рассчитывали по следующей формуле:

$$f_1^T = S * l^2 \frac{M^H}{E_b J_n} \quad (6)$$

Здесь M^H – изгибающий момент при разрушении панели

После определения значений M_q и M_{kes} , несложно определить прогиб элемента контента. Он будет равен сумме прогибов, то есть:

а) определение по пропорциональному распределению нагрузок на прогиб слоев без учета совместной работы слоев f_q^H :

$$f_q^H = \frac{5 * q_t * l^4 * M_q}{384 * E_t * I_t * M_p} \quad (7)$$

или

$$f_q^H = \frac{5 * q_i * l^4 * M_q}{384 * E_i * I_i * M_p} \quad (8)$$

б) f_{kes}^H для всего сечения панели определяется по следующей формуле:

$$f_{kes}^H = \frac{5 * q * l^4 * M_{kes}}{384 * E * I * M_p} \quad (9)$$

Здесь: q_t и q_i – соответственно внутренние и внешние нагрузки;

q – нагрузка действующая на панель;

Прогиб трехслойного элемента будет равен:

$$f_{3q}^H = f_{kes}^H + f_q^H \quad (10)$$

По мере увеличения толщины теплоизоляции уменьшается влияние гибких стыков в панелях. Это видно на рис. 8 из того, что расчетный момент (M_{p2}^T) образцов без утеплителя со средним слоем из панелей III серии толщиной 5, 10 и 15 см составляет 18, 23 и 14 % соответственно, а с изолирующим слоем на 27, 23 и 29%; снижение подтверждено нашими экспериментами.

2-табл. Прогиб отдельных железобетонных элементов

| Обозначение | $\frac{M_{crc}^T}{M^T}$ | $\frac{M}{M^T}$ | Прогиб, мм | | |
|-------------|-------------------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | | Опыт, f^t | Расчетное значение | |
| | | | | f^H | f^t / f^H |
| I-10 | 0,26 | 0,68 | 0,75 | 0,81 | 0,93 |
| | | | 1,61 | 0,9 | 2 |
| I-8 | 0,47 | 0,6 | 0,6 | 0,78 | 0,77 |
| | | | 1,46 | 0,86 | 1,7 |
| Т | 0,4 | 0,9 | 0,58 | 0,3 | 1,9 |
| | | | 0,9 | 1,7 | 0,53 |

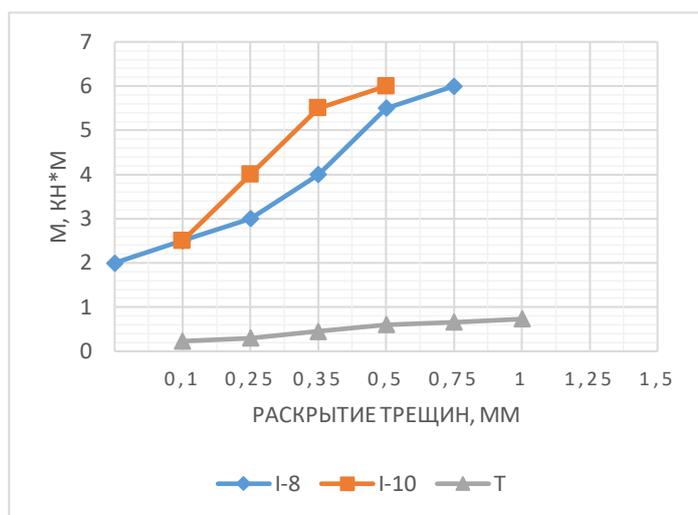


Рис. 6. Ширина раскрытия трещин в отдельных железобетонных элементах трехслойных панелей

Момент, воспринимаемый многослойными панелями, качественно можно рассматривать как сумму моментов, воспринимаемых отдельными железобетонными элементами и цельным сечением:

$$M_p = M_q + M_{kes} \quad (11),$$

$$\text{где: } M_{kes} = T * v \quad (12)$$

Кроме того, значение расчетного момента (M_{p2}^T) образцов I серии с разными коэффициентами армирования, но состоящих из одних и тех же упруго связанные арматурные стержни, было больше у недоармированных образцов; разница в образцах с диаметром рабочей арматуры 8 мм наблюдалась на 27 % выше чем в образцах с изолирующим слоем и на 23 % выше чем в образцах без изолирующего слоя. Разница составила 25 и 30 % соответственно в двухармированных внутренних слоях с диаметром рабочей арматуры 10 мм.

Согласно 22-17 А.Р. Ржаницина [97] поперечную силу в середине пролета для изогнутых стержней элемента со свободными концами при равномерно распределенной нагрузке определяют по следующей формуле:

$$T = \frac{q*v}{2*\gamma*\Sigma EI} * l^2 - \frac{q*v}{\gamma*\lambda^2*\Sigma EI} * \left(1 - \frac{1}{ch*\lambda*e}\right) \quad (13)$$

Несущая способность панелей уменьшается с увеличением расстояния между слоями, за счет упруго связанной арматуры стоек, и разница между расчетными и фактическими значениями прочности уменьшается. Например, при толщинах изоляционного слоя образцов III серии 5, 10 и 15 см они составили 14, 13 и 4 % соответственно.

В целом значение несущей способности трехслойных панелей с учетом теплоизоляционного слоя увеличивается в среднем на 18 %, при расстоянии между слоями 5 см и на 16 % при расстоянии между слоями составляет 10 и 15 см.

С учетом работы изолирующего слоя фактические и теоретические значения крутящего момента более близки. Разница увеличивалась с увеличением количества упруго связанных арматурных стержней. Благодаря гибкости упруго связанной арматуры трехслойные железобетонные панели с упруго связанной арматурой длиной $0,8d$ к бетонному слою с обеих сторон и изоляционному слою рассматриваются как упругая система до появления трещин.

Теоретический прогиб образцов трехслойных панелей определялся в следующих трех случаях:

- без учета совместной работы слоев по распределению нагрузки на целостность слоев панели f_1^H ;
- по рекомендации [95] f_2^H по расчету совместной работы слоев;

поперечное сечение элемента как у монолитной конструкции, f_3^H по расчету совместной работы слоев;

Несущая способность многослойных конструкций определяется как сумма несущих способностей внутреннего и наружного слоев и плоского сечения.

При определении несущей способности слоев учитывалось наличие нормальных сил, возникающих в результате растяжения во внутренней части и сжатия с наружной стороны.

$$M = M_i + M_t + M_{kes} \quad (14)$$

M_i – момент, воспринимаемый внецентренно растянутым внутренним железобетонным слоем; M_t – момент, воспринимаемый внецентренно сжатым внешним железобетонным слоем; M_{kes} – момент, полученный монолитным сечением;

Теоретические значения прогиба для трехслойных образцов определяли методами f_1^H [94], f_2^H ; [95], f_3^H ; КМК 2.03.01. При использовании этих методов его рассчитывали по результатам испытанных отдельных железобетонных элементов трехслойных образцов, а также по экспериментально определенным свойствам бетона и арматуры.

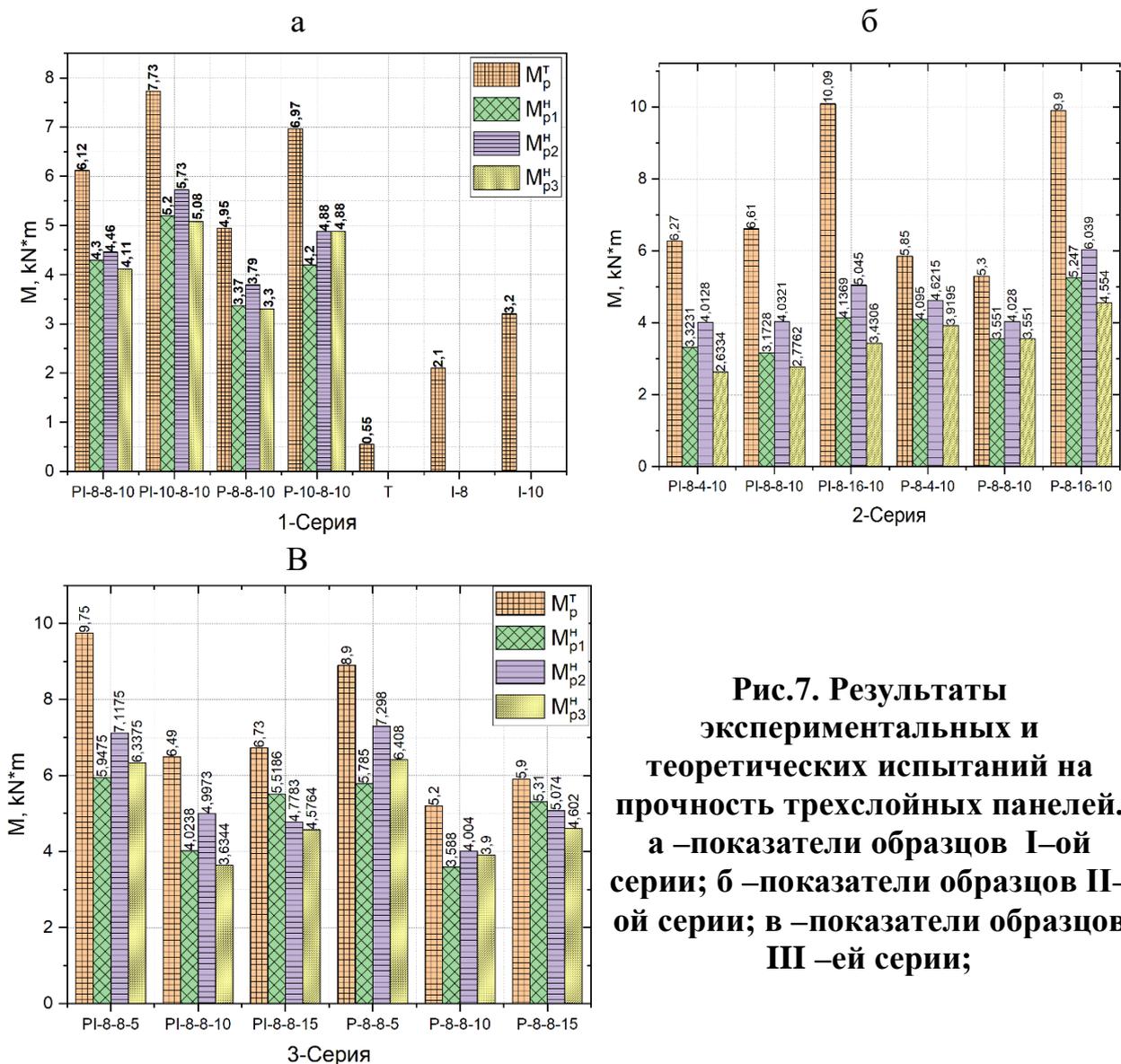


Рис.7. Результаты экспериментальных и теоретических испытаний на прочность трехслойных панелей. а –показатели образцов I-ой серии; б –показатели образцов II-ой серии; в –показатели образцов III –ей серии;

Коэффициенты армирования разные, но количество упруго связанные арматурные стержни и толщина изоляционного слоя одинаковы, расчетный прогиб был больше в меньше армированных образцах I-й серии. Так, у образцов с изоляционным слоем рабочей арматуры диаметром 8 и 10 мм был больше на 29 и 18 %, а без изолирующего слоя — на 23 и 7 % соответственно. Из анализа образцов следующей серии также видно, что изоляционный слой оказывает существенное влияние на прогиб образцов. Например, если расчетный прогиб, образцов с арматурой диаметром 8 мм, I-й серии отличается от значений, установленных опытным путем, на 11 и 4 %, а у образцов с числом упруго связанных арматурных стержней II- серии этот показатель составил 22,7 и 8,5%. 11,7 и 10,6 % при толщине изоляционного слоя в III серии 5 см и 18 и 6,6 % в образцах с изоляционным слоем 15 см.

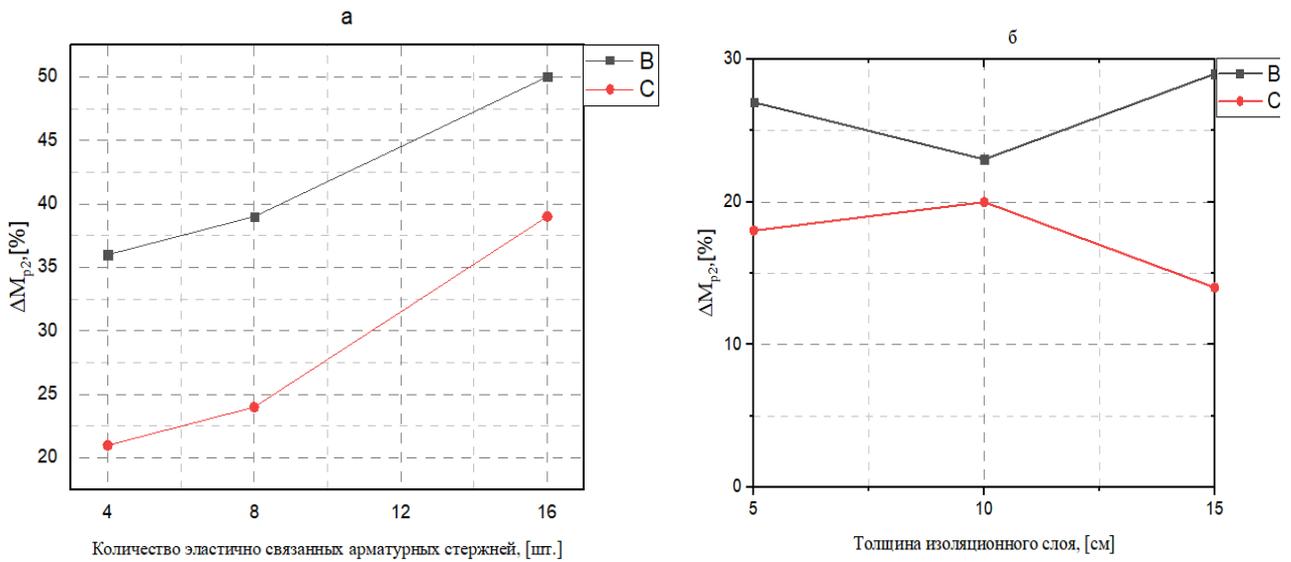


Рис.8. Влияние упруго связанных арматурных стержней и изоляционного слоя на прочность трехслойных панелей. а - влияние упруго связанных арматурных стержней; б - влияние теплоизоляционного слоя; ΔM_{p2} – расчетные значения крутящего момента, определяемые как сумма несущей способности внутреннего и наружного слоев, %;

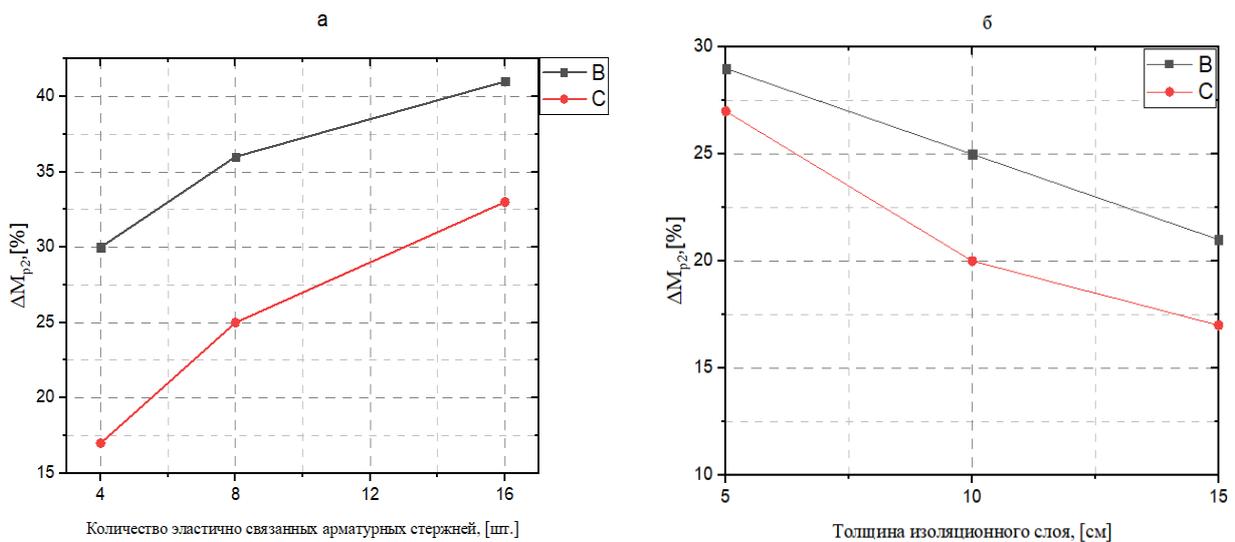


Рис.9. Влияние упруго связанных арматурных стержней и изоляционного слоя на образование трещин в трехслойных панелях. а - влияние упруго связанных арматурных стержней; б - влияние теплоизоляционного слоя; ΔM_{p2} – расчетные значения крутящего момента, определяемые как сумма несущей способности внутреннего и наружного слоев, %;

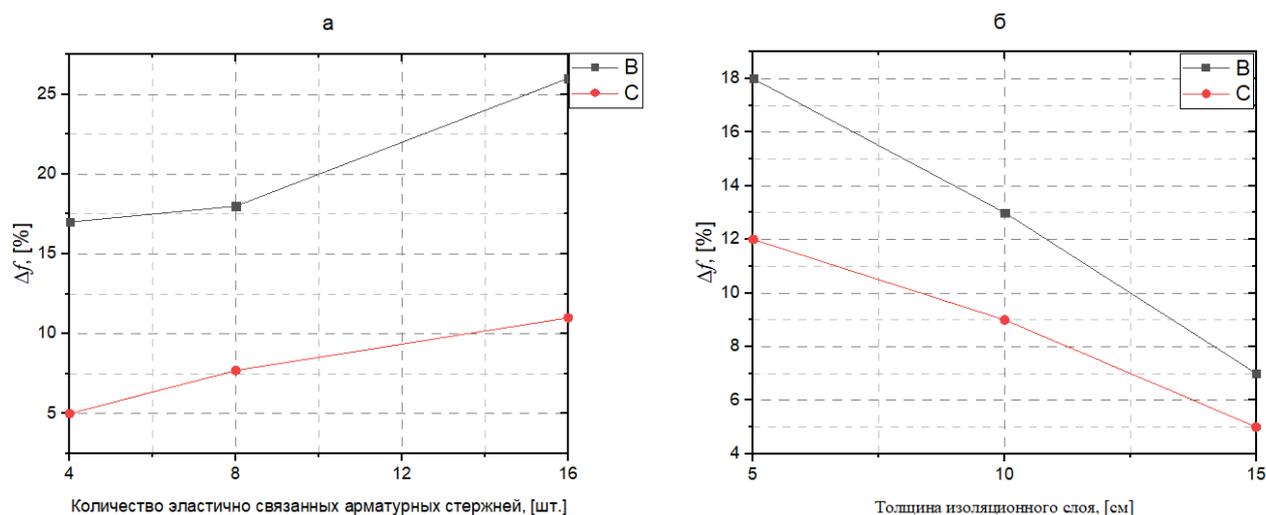


Рис.10. Влияние упруго связанных арматурных стержней и изолирующего слоя на прогиб трехслойных элементов: а - влияние упруго связанных арматурных стержней; б - влияние теплоизоляционного слоя; Δf -отличие от расчётного теоретического прогиба, рассчитанного без учета совмест-ной работы слоев, %;

В пятой главе диссертации на тему «Технико-экономическая эффективность трехслойных железобетонных элементов» для определения экономической эффективности применения трехслойных железобетонных панелей на основе энергоэффективного арболита использовались следующие исходные данные по сравнению с существующими аналогами, выполняющими ту же функциональную задачу:

В качестве первой конструкции для сравнения, однослойная панель из легкого бетона (керамзитобетона) размером 6000x1200x250 мм, плотностью около $\rho=1600$ кг/м³.

Таблица 3. Показатели сопротивления теплопередаче панели с изоляционным слоем различной толщины

| Толщина наружного слоя, мм | Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·°С) | | Размеры сопротивления теплопередаче в зависимости от толщины трехслойной железобетонной панели, мм | | |
|----------------------------|---|---------------|--|-------|-------|
| | Наружных слоев | Среднего слоя | 200 | 250 | 300 |
| 50 | 1,86 | 0,091 | 1.115 | 1,544 | 1,972 |
| | | 0,101 | 1.044 | 1,44 | 1,834 |
| | | 0,117 | 0.951 | 1,303 | 1,654 |

В качестве второй конструкции для сравнения, трехслойная панель размерам 6000x1200x250 мм, средний слой которой состоит из минераловатных плит (минвата) с плотностью около 140 кг/м³, а наружный слой из конструкционного (тяжелого) бетона с плотностью 2200...2400 кг/м³. Размер утепляющего

среднего слоя панели принят 80 мм, наружного и внутреннего слоев 50 и 120 мм соответственно.

Сопротивление теплопередаче конструкций R_0 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$) рассчитывали согласно QMQ 2.01.04. Результаты расчётов трехслойных железобетонных конструкций с утепляющим слоем из арболита, проведенные по стандартной методике, представлены в табл. 3. По результатам исследования в таблице указанная минимальная толщина конструкции соответствует требуемому сопротивлению теплопередаче согласно QMQ 2.01.04.

Согласно полученным результатам, трехслойные железобетонные панели из арболита с теплоизоляционным слоем толщиной 200 мм удовлетворяют требованиям теплозащиты промышленных зданий I -ой степени, а толщиной 250 мм – требованиям производственных и общественных зданий II -ой степени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных экспериментально-теоретических исследований по диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) на тему: «Несущая способность трехслойных железобетонных элементов со средним слоем из теплоизоляционного арболита» были сформулированы следующие выводы:

1. С использованием рисовой шелухи разработан теплоизоляционный материал средней плотностью $350\text{-}400 \text{ кг/м}^3$ и прочностью $0,3\text{-}1,0 \text{ МПа}$, экспериментально исследованы его физико-механические характеристики и получены математическая модель и изопараметрические диаграммы двухфакторного полного квадратного полинома (уравнение регрессии).
2. На основании теоретических и экспериментальных исследований установлена экономическая эффективность использования теплоизоляционного материала из рисовой шелухи в качестве среднего слоя трехслойных железобетонных панелей.
3. В качестве среднего слоя трехслойных панелей используется арболит, полученный из рисовой шелухи, а арматура, связывающая наружные слои, обеспечивает работу слоев совместно со средним слоем и устойчивость к смещению, что подтверждено на основе экспериментальных исследований.
4. При работе на смещение упруго связанных арматурных стержней, в местах усиления прижатием к бетону, при достижении предела прочности, соотношение между наклоном стержней к силе смещения является линейным. Величина смещений определилась равной сумме длин упруго связанных стержней арматуры, зажатых в бетоне, расстояния между крайними слоями и $1,6$ диаметра упруго связанных стержней арматуры. Прочность на смещение упруго связанных арматурных стержней была доказана определением изгиба в местах их крепления к бетону при достижении ими предела прочности.
5. Расчете прочности исследуемых панелей рекомендуется осуществлять по формулам метода предельных балансов, предложенным проф. Ю.В.Чиненковым. При этом экспериментально доказано, что момент,

воспринимаемый поперечным сечением, равен сумме моментов, воспринимаемых внутренним внецентренным растягивающим и внешним внецентренным сжимающим слоями, и моментов, воспринимаемых всем сечением, в зависимости на значения предельных продольных усилий в упруго связанных арматурных стержнях.

6. Несущая способность трехслойных железобетонных элементов с теплоизоляционным арболитовым слоем при толщине изоляционного слоя 10 см и числе упруго связующих арматурных стержней 8, определенная опытным путем, в панелях без упруго связанных арматурных стержней, только наружный и внутренний слои железобетонных элементов имеющие диаметр рабочей арматуры 8 мм в образцах на 36 %, а только упруго связанные арматурные стержни на 20 % превышали прочность существующих железобетонных элементов. При тех же показателях, но в образцах с диаметром рабочей арматуры 10 мм, определены на 16 и 10 % более высокие показатели соответственно.

7. Экспериментально доказано, что при одинаковых характеристиках армирования, количестве упруго связанных арматурных стержней и расстоянии между внешними слоями прочность, трещиностойкость и прогиб трехслойных железобетонных конструкций с изоляционным слоем на основе арболита лучше трехслойных железобетонных конструкций с удаленным изоляционным слоем, то есть прочность выше в среднем на 15 % за счет одного изоляционного слоя, трещиностойкость и прогиб увеличились на 10 %;

8. Разработанные методики расчета, использованные при проектировании трехслойных стеновых панелей, позволили снизить расход рабочей арматуры до 8 % на 1 м³ изделия, а также по результатам испытаний экспериментально установить, что прочность, прогиб и устойчивость трещинообразованию соответствуют теплотехническим и механическим требованиям действующих стандартов;

9. Вариант из трехслойных железобетонных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из арболита по расчётам дешевле на 17,2 и 11,5 % на 1 м³ продукции по сравнению с однослойными конструкциями с минеральной ватой и керамзитом соответственно.

10. Определено, что при расчете теплопроводности многослойных железобетонных ограждающих конструкций из теплоизоляционного арболита, с помощью программы автоматизированного расчета, панели толщиной 200 мм удовлетворяют требованиям промышленных зданий первой степени теплозащиты, а панели толщиной 250 мм соответствуют требованиям промышленных и общественных зданий второй степени теплозащиты.

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

TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING

TOKHIROV JALOLIDDIN OCHIL UGLI

**BEARING CAPACITY OF THREE-LAYER REINFORCED CONCRETE
ELEMENTS WITH A MIDDLE LAYER OF INSULATING WOOD
CONCRETE**

05.09.01 – Building structures, buildings and structures

ABSTRACT
of the doctoral (PhD) dissertation technical sciences

Tashkent – 2022

The theme of the dissertation for the degree of doctor of philosophy is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan № B2021.4.PhD/T2544.

The dissertation was conducted at the Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website of the scientific council of the Institute (www.taqi.uz) and on the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific advisor: **Akramov Xusniddin Axrarovich**
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Khodzhaev Abbas Agzamovich**
Doctor of technical sciences, professor

Usmanov Valiahmat Fayzullaevich
candidate of technical sciences, docent

Leading organization: **Jizzakh Polytechnic institute**

The defence of the dissertation will take place on «27» of december 2022 at 10⁰⁰ at the Scientific Council numbered DSc.26/30.12.2019.T.11.01 meeting at Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, as the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiri Street, 7v. Phone: (99871) 241-10-84; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz.

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering (registration number № 97). Address: 100011, Tashkent, Yunusabad district, Yangishahar street, 9a. Phone: (99871) 244-63-30; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation was circulated on «16» december 2022 year.
(mailing report № 26 on «30» november 2022).

A.I.Adilxodjayev

Vice chairman of the Scientific Council for the award
the degree of Doctor of Science,
Doctor of technical Sciences, Professor

A.T.Xotamov

Scientific Secretar of the Scientific Council for the award
doctoral degree, Candidate of technical Sciences, Professor

B.A.Asqarov

Chairman of Scientific seminar at the attachment to the Scientific Council
for the award the degree of Doctor of technical Science,
Doctor of technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (Doctor of Philosophy (PhD) thesis abstract)

Objective of the research: The aim of this dissertation work is to investigate theoretically and experimentally the bearing capacity of three-layer reinforced concrete elements with a middle layer of insulating arbolite.

Research objectives: The following objectives are planned to achieve the objective:

development of automated programs to select the optimal composition of arbolite and thickness of thermal insulation layer of three-layer reinforced concrete panels, as well as to calculate the thermal conductivity coefficient of these panels;

experimental studies of physical-mechanical and deformation properties of the developed heat insulating arbolite;

experimental studies to determine the effect of the number and length of elastic-bonded reinforcing bars on the carrying capacity of the panel;

experimental evaluation of the influence of insulation layer thickness on the panel's properties, such as strength, crack resistance and deflection;

comparison of the technical and economic performance of the proposed design with alternative options.

Object of study. Three-layer reinforced concrete panels with an insulation layer made of arbolite were taken as the object of study.

The subject of research is to study the composition, construction and technical properties of thermal insulation arbolite, as well as the strength, cracking resistance and deflection of three-layer reinforced concrete panels made with its use as an intermediate layer.

Research methods. The method of mathematical planning of experiments of composite optimization, modern methods of physical and mechanical tests of systems, standard methods of determination of quality indicators of reinforced concrete structures, method of statistical analysis of results of experiments were used during the research.

The scientific novelty of the research consists in the following:

using the components of arbolite concrete (cement and rice husks), a heat-insulating material was developed with an average density of 350 - 400 kg / m³ and a strength of 0.3 - 1 MPa;

the magnitude of displacement of elastically connected reinforcing bars under the action of a shear force is equal to the sum of the lengths of elastically connected reinforcing bars clamped in concrete, while the distance between the edge layers and elastically connected reinforcing bars was 1.6 diameters;

due to the use of heat-insulating wood concrete, a rational composition consisting of cement and rice husks, the insulating layer of three-layer reinforced concrete structures has an average increase in strength up to 15%, crack resistance and deflection up to 10%;

due to the use of the calculation method developed in the design of three-layer wall panels, it has been proved that the consumption of working reinforcement per 1 m³ of the product is reduced to 8%.

Practical significance of the research results is explained by realistic estimation of construction and performance properties of three-layer reinforced concrete panels with ultra-light concrete thermal insulation layer as a result of application of calculation method of elastically connected reinforcement rods length in suspended panels and optimal, in design practice, thickness of thermal insulation layer providing strength, deflection, crack resistance and thermal insulation properties of the panels.

A sample of three-layer panels with a middle layer of insulating arbolite has been manufactured, tested and implemented at CONCRET BUILD LLC (Ex. No. 03-07/01-2337 for 2022 of the Ministry of Construction of the Republic of Karakalpakstan). As a result, an increase in strength of insulating three-layer arbolite panels up to 15 %, and an increase in deflection and crack resistance properties up to 10 % were achieved;

Three-layer panels with elastic bonded reinforcement and the middle layer of insulating arbolite have been implemented in "QQGORSELPROYEKT" LLC (source № 03-07/01-2337 for 2022 of the Ministry of Construction of the Republic of Karakalpakstan). As a result, compared to the technical aspects, a 17.2% reduction in the cost per 1 m³ of the product was achieved compared to traditional single-layer expanded clay aggregate panels and 11.5% compared to three-layer panels with a mineral wool insulation layer.

Composition and scope of the thesis. The thesis consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The thesis is 120 pages long.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О., Турсунов Б.А., Тураханов С.Х. Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан олинган ўта енгил бетонларнинг физик-механик ва деформатив хоссалари // Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. Илмий техник журнал. СамДАҚИ. ISSN 2901-5004. 2020, №2, 113-115 б. (05.00.00 №14)

2. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Деформативные свойства трехслойных изгибаемых элементов с теплоизоляционным слоем из арболитобетона. // Архитектура. Қурилиш. Дизайн. ТАҚИ, 2022, №3, 125-127 б. ISSN 2010-7064 (05.00.00 №4)

3. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Исследование Несущей способности панелей из легкого и арболитобетона // O'zbekiston Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali ISSN 2091-5527 2021, № 2, 223-229 б. (02.00.00 №4)

4. Akramov Khusnitdin Akhroich, Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli. Study of loading capacity of lightweight and arbolite concrete panels // SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS International Scientific Journal Theoretical & Applied Science P-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2021 Issue: 11 Volume: 103 Published: 30.11.2021 <http://T-Science.org>. (№5, Global Impact Factor; №17, Open Academic Journals Index. IF=7.455).

5. Akramov Khusnitdin Akhroich, Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli. Thermal and Technical Parameters Of Especially Lightweight Concretes Based On Secondary Resources Of Agriculture // Journal of Positive School Psychology <http://journalppw.com> 2022, Vol. 6, No. 6, pp.7294-7300. <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/8798>. (№3, Scopus; №41, SCImago. SJR=0.64).

6. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Теплотехнические параметры особо легких бетонов на основе вторичных ресурсов сельского хозяйство // Архитектура. Қурилиш. Дизайн. ТАҚИ, 2022, №2, 125-127 б. ISSN 2010-7064 (05.00.00 №4)

II бўлим (II часть; part II)

1. Akramov Khusnitdin Akhroich, Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli, & Samadov Hamid Samandarovich. Operation of flexible links in three-layer reinforced concrete panels. // Philosophical Readings, XIII(4), 3276–3283. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5820497>.

2. Akramov Khusnitdin Akhroich, Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli. (2022). ELASTIC-PLASTIC DEFORMATIONS OF ARBOLITE CONCRETE BASED ON

RICE HUSK. // Philosophical Readings, XIII(4), 465–470.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.632150>.

3. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Деформативные свойства трехслойных изгибаемых элементов с теплоизоляционным слоем из арболитобетона // *Замонавий қурилиш материаллари ва буюмларини тайёрлаш жараёнида фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини такомиллаштиришнинг муаммо ва ечимлари мавзусидаги республика илмий-амалий конференция материаллари СамДАҚИ, 2020 й. 190-194 б.*

4. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан олинган ўта енгил бетонларнинг физик-механик ва деформатив хоссалари. // *Материалы международного симпозиум «Инновационные технологии в производстве строительных материалов и конструкций» ТАСИ. г. Ташкент. 2020 г. 55-58 б.*

5. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Энергоэффективные строительные материалы на основе отходов сельхозпродуктов // *“Орол бўйи минтақасида меъморчилик ва шаҳар қурилиши барқарор ривожланиши масалалари” мавзусида халқаро илмий ва илмий-техник анжуман материаллари тўпламида. Нукус. 2021 й. 365-367 б.*

6. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Некоторые вопросы оценки надежности трехслойных конструкции с утеплителям низко прочных бетонов // *“Перспективы инновационного метрологического обеспечения промышленности и его актуальные научно - практические проблемы”. ТГТУ, 18-19 мая 2021 г. 385-390 б.*

7. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Some issues in assessing the reliability of three-layer structures with low-strength concrete insulation // *“Архитектура ва қурилиш соҳасида инновация, интеграция, тежамкорлик” мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжумани, ТАҚИ, 2021 йил.398-401 б.*

8. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Применение конструктивных решений при изготовлении, трехслойных железобетонных панелей, используемых в сельскохозяйственных и промышленных зданиях // *Фарғона политехника институтида “Архитектура ва шаҳарсозлик: ўтмиш, бугун, келажак” мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман, Фарғона ш, 2021 йил. 427-430 б.*

9. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Прочностные и деформативные свойства арболита, используемого в среднем слое трехслойных Ограждающих конструкций // *ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ЁДЖУ ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ «Архитектура, қурилиш ва муқобил энергетиканинг Ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истикболлари» мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник анжумани, 2021 йил. 394-401 б.*

10. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Трещиностойкость изгибаемых железобетонных трехслойных стеновых панелей с эффективными утеплителями // *ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ЁДЖУ ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ «Архитектура, қурилиш ва муқобил энергетиканинг Ҳозирги ҳолати ва*

ривожланиш истиқболлари» мавзусидаги Республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник анжумани, 2021 йил. 520-529 б.

11. Акрамов Х.А., Тохиров Ж.О. Study of bearing capacity of panels of light and silicate concrete // AIP Conference Proceedings 2432, 030081 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0089665>.

12. Акрамов Х. А., Камиллов Х. Х., Тохиров Ж. О. «Берилган хусусиятга эга бўлган изоляцион арболитобетоннинг таркибини ҳисоблаш дастури». DGU №14548 17.01.2022 (DGU 2022 0150)

13. Акрамов Х. А., Тохиров Ж. О., Самадов Х. С., «Изоляцион қатлами арболитдан бўлган кўп қатламли темирбетон тўсиқ конструкцияларининг иссиқлик ўтказувчанлигини автоматлаштирилган ҳисоблаш дастури». DGU №14547 17.01.2022 (DGU 2022 0153).

Автореферат “Архитектура қурилиш ва дизайн” илмий-амалий журнали
таҳририятида матнларни мослиги текширилди
(30.11.2022 й.)