

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

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

МАРТАЗАЕВ АБДУРАСУЛ ШУКИРИЛЛАЕВИЧ

**БАЗАЛЪТ ТОЛАЛАРИ БИЛАН ДИСПЕРС АРМАТУРАЛАНГАН
КЎНДАЛАНГ ЭГИЛИШДАГИ ТЕМИРБЕТОН ТЎСИННИНГ
МУСТАҲКАМЛИГИ ВА КУЧЛАНГАНЛИК-
ДЕФОРМАЦИЯЛАНУВЧАНЛИК ҲОЛАТИ**

05.09.01 - Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Наманган – 2022

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

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Мартазаев Абдурасул Шукириллаевич

Базальт толалари билан дисперс арматураланган кўндаланг эгилишдаги
темирбетон тўсиннинг мустаҳкамлиги ва кучланганлик-
деформацияланувчанлик ҳолати..... 5

Мартазаев Абдурасул Шукириллаевич

Напряженно-деформированное состояние и прочность железобетонных
балок, армированных базальтовым волокном, в условиях поперечного
изгиба.....21

Martazayev Abdurasul Shukirillayevich

Strength and stress-strain state of dispersed reinforced basalt fiber reinforced
concrete beams under transverse bending.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works43

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

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

МАРТАЗАЕВ АБДУРАСУЛ ШУКИРИЛЛАЕВИЧ

**БАЗАЛТ ТОЛАЛАРИ БИЛАН ДИСПЕРС АРМАТУРАЛАНГАН
КЎНДАЛАНГ ЭГИЛИШДАГИ ТЕМИРБЕТОН ТЎСИННИНГ
МУСТАҲКАМЛИГИ ВА КУЧЛАНГАНЛИК-
ДЕФОРМАЦИЯЛАНУВЧАНЛИК ҲОЛАТИ**

05.09.01 - Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Наманган – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.1.PhD/T2722 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертация иши Наманган муҳандислик-қурилиш институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)), Илмий кенгашивинг веб-саҳифасида (www.taqi.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Разақов Собиржон Жўраевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Шаумаров Саид Санатович
техника фанлари доктори, профессор

Холмирзаев Саттор Абдужабборович
техника фанлари номзоди, доцент

Ётақчи ташкилот:

Жиззах политехника институти

Диссертация химояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc 26/30.12.2019.T.11.01 рақамли Илмий кенгашивинг 2022 йил «26» июль сўат 10⁰⁹ да архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7в-уй. Тел.:(99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишсинг мумкин (№79 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халка йўли кўчаси, 7-уй. Тел.:(+99871) 235-43-30; факс:(+99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atm@edu.uz) факс: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «07» июль кунги тарқатилди.
(2022 йил «31» 05 даги 20 - рақамли реестр баённомаси).



Х.А. Акромов
Илмий кенгашилар берувчи илмий кенгаши
раиси, т.ф.д., профессор

А.Т. Хотамов
Илмий кенгашилар берувчи илмий
кенгаши раиси, т.ф.д., доцент

Б.А. Аксарин
Илмий кенгашилар берувчи илмий
кенгаши раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда мураккаб меъморий ечимга эга бўлган йиғма ва яхлит темирбетон конструкциялардан тикланадиган кўп қаватли бинолар, сейсмик хавфсизлиги ҳамда устиворлиги таъминланган баланд иншоотлар қурилиши масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган АҚШ, Россия, Канада, Германия, Белгия, Испания, Нидерландия, Франция, Хитой, Австралия, Япония ва бошқа шу каби мамлакатларда темирбетон қурилиш конструкциялари мустаҳкамлигини оширишда толалардан фойдаланиш амалиёти йўлга қўйилаётганлигини таъкидлаш лозим. Бу борада, дисперс арматуралаш орқали қурилиш конструкциялари мустаҳкамлигини ошириш, темирбетон тўсин конструкцияларини кучайтириш, энергиятежамкор ва ресурстежамкор технологияларни самарали қўллаш ҳамда мавжуд ишлаб чиқариш жараёнларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳоннинг кўплаб мамлакатларида толалар асосида дисперс арматураланган ҳолда тайёрланган фибробетон ҳамда фибротемирбетон конструкцияларни ишлаб чиқариш билан бино ва иншоотларнинг мустаҳкамлиги, устиворлиги, хавфсизлиги ҳамда ишончилигини таъминлашга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, толалар асосида дисперс арматуралаш ёрдамида бино ва иншоотлар конструкцияларини кучайтириш, мустаҳкамлиги ва ишончилигини ошириш тадқиқотлари устивор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, фибробетон учун толаларнинг оптимал миқдорларини аниқлаш, фибробетоннинг физик-механик хусусиятларини тадқиқ қилиш, моделлаштириш, фибротемирбетон тўсинларнинг мустаҳкамлиги, дарзбардошлилиги, бикрлиги, оловбардошлилиги ва эластиклик модулини ошириш йўналишларида тадқиқотлар олиб бориш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда қурилиш соҳасини ривожлантириш, инновациялардан фойдаланган ҳолда бино ва иншоотлар мустаҳкамлиги ҳамда ишончилигини таъминлаш, табиий хом ашё материалларини иқтисод қилиш, маҳаллий хом ашёлардан ишлаб чиқаришда фойдаланиш имконини берувчи янги қурилиш материаллари ва конструкцияларини ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Қурилиш материалларини ишлаб чиқариш ҳажмини 2 баробарга кўпайтириш»¹ бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, хусусан, Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқарилаётган базальт толаларидан фойдаланган ҳолда, бино ва иншоотлар учун фибробетоннинг таркибини аниқлаш, белгиланган янги таркибдаги фибробетоннинг механик хоссаларини ўрганиш ҳамда фибротемирбетон тўсинларни кучланганлик - деформацияланганлик ҳолатини

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

тадқиқ қилиш, дисперс арматуралаш, дисперс арматураланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларини мустаҳкамлиги, дарзбардошлиги ва бикрлиги бўйича ҳисоблаш ишларини такомиллаштириш, ҳисоблашнинг янги амалий дастурларини яратиш, уларни конструкциялашга доир амалий тавсияларни ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2017 йил 8 августдаги ПҚ-3182-сон «Худудларни жадал ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришни таъминлашга доир устувор чора-тадбирлар тўғрисида» ги, 2016 йил 28 сентябрдаги ПҚ-2615-сон «2016-2020 йилларда қурилиш индустриясини янада ривожлантириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Базальт тола асосидаги эгилувчи фибротемирбетон тўсинларнинг мустаҳкамлик, кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолати ва дарзбардошлигини тадқиқ қилиш муаммолари билан жаҳондаги йирик тадқиқотчилар, жумладан, Э.С. Айвазян, Ю.М. Баженов, Т.К. Белова, И.В. Боровский, А.В. Бучкин, Н.Г.Василовская, И.А. Войлоков, И.В. Журавская, Д.Е. Зимин, С.Ф. Канаев, И.Г.Корнеева, Э.Б.Колбаско, К.Л. Кудяков, А.И. Кудяков, Л.Р. Маилян, Р.Л. Маилян, В.И. Морозов, В.А. Перфилов, В.Е.Розина, Z.M. Yasmin, M.A. Haneen, P.P. Nihal, Sh. Shinu, J. Krassowaska, A. Lapko, R.K. Gore, Shiping Li, Vibe Zhang, Wijun Chen, S. Jin, M. Aathithya Raja, G. Saravanan, V.S. Satheesh, S.S. Charan ва бошқалар шуғулланиб, ушбу тадқиқотлар йўналишида салмоқли илмий ишларни бажарганлар ва муайян даражада илмий натижаларга эришганлар.

Ўзбекистон Республикасида темирбетон конструкциялари соҳасидаги етакчи олимлар, шу жумладан, А.Б. Ашрабов, А.А.Ашрабов, Х.А. Акрамов, Б.А. Асқаров, И.Касимов, И.У. Мажидов, П.Т. Мирзаев, Ш.Р. Низамов, С.Р. Раззақов, Ч.П. Раупов, В.Ф. Усмонов, С.А. Ходжаев, А.А. Ходжаев, С.А.Холмирзаев, Ш.Шожалилов, С.С. Шаумаров ва бошқалар бетон ва темирбетон конструкцияларининг кучланганлик-деформацияланувчанлик, мустаҳкамлик ва дарзбардошлигини тадқиқ қилиш каби бир қатор йўналишларда тадқиқотлар олиб бориб, турли йилларда ўз тадқиқотлари асосида муҳим назарий ва амалий натижаларга эришганлар.

Диссертант томонидан ўтказилган илмий-тадқиқот таҳлил натижалари, базальт толалари асосида дисперс арматураланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларни қўлланилиши бўйича бажарилган тадқиқотлар етарли даражада

эмаслигини ва бу йўналишларда илмий изланишларни давом эттириш зарурлиги ҳамда долзарблигини кўрсатди.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Президенти ҳузурида 2020 йил 3 декабрь куни кенгайтирилган тарзда ўтказилган видеоселектор йиғилишининг 95-сонли мажлис баёнининг 24-бандида 2021 йил якунига хомашё ва энергия ресурсларини тежовчи композит материалларни ишлаб чиқариш бўйича инновацион тадқиқотларни Наманган муҳандислик-қурилиш институтида амалга ошириш ва Президент Администрациясининг 2020 йил 14 декабрдаги 02-3540-сонли топшириғига мувофиқ, шунингдек, “А-14-11 Темирбетон конструкцияли бино ва иншоотлар элементларининг мустаҳкамлик, зилзилабардошлик ва деформацияланувчанлигига ички ва ташқи омилларнинг комплекс таъсирларини тадқиқ қилиш” мавзусидаги амалий лойиҳада қўйилган илмий-тадқиқот ишларининг режалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кўндаланг эгилишдаги фибротемирбетон тўсин конструкцияларининг мустаҳкамлигини базальт толалари билан дисперс арматуралаш орқали оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кўндаланг эгилишга ишлайдиган тўсин конструкцияларини базальт толалари билан дисперс арматуралаш;

фибробетон учун базальт толанинг оптимал миқдори ва узунликларини аниқлаш;

базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги - $R_{fb,n}$ ҳамда конструкциясининг чўзилишдаги қолдиқ қаршиликлари - $R_{fbt2,n}$ ва $R_{fbt3,n}$ ларни экспериментал тадқиқотлар орқали аниқлаш;

базальт толалари асосида дисперс арматураланган кўндаланг эгилувчи фибротемирбетон тўсинларнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати ва мустаҳкамлигини аниқлаш;

базальт толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсин конструкцияларида нормал дарзларнинг ҳосил бўлиши ва кенгайишини лаборатория шароитида экспериментал синовлар ўтказиш орқали тадқиқ қилиш;

базальт толалари билан дисперс арматураланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларни назарий – экспериментал услубиётига асосланган ЭХМ ҳисоблаш дастурини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида бино ва иншоотларнинг эгилишга ишловчи темирбетон тўсин конструкциялари қаралган.

Тадқиқотнинг предмети базальт толалари билан дисперс арматураланган кўндаланг эгилишга ишловчи фибротемирбетон тўсинларнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати ва мустаҳкамлиги ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида толалар ёрдамида

дисперс арматуралаш, чегаравий ҳолатлар бўйича ҳисоблаш, чекли элементлар, моделлаштириш, экспериментал синаш, математик статистика, таҳлил ва таққослаш каби усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

фибротемирбетон тўсин конструкциялари учун базальт толаларнинг оптимал миқдори ($0,1 \div 0,3$ %) ва узунликлари ($5 \div 30$ мм) экспериментал тадқиқотлар орқали аниқланган;

маҳаллий базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги $-R_{fb,n}$ ҳамда чўзилишдаги қолдиқ қаршиликлари $-R_{fbt2,n}$ ва $R_{fbt3,n}$ қийматлари экспериментал синов натижалари орқали аниқланган ва тадқиқотларда В25 синфдаги бетон дисперс арматураланганда мустаҳкамлиги жиҳатидан В30 синфга яқинлашиши ишлаб чиқилган;

маҳаллий базальт толалари асосида дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати ва мустаҳкамлиги 40 тн ли вертикал юк бера оладиган махсус ишлаб чиқилган стенд қурилмаси ёрдамида аниқланган, илмий натижалар олинган ва фибротемирбетон тўсинларнинг мустаҳкамлиги оддий тўсинларга нисбатан $10 \div 19$ % га ортиши ишончли экспериментал синовлар ёрдамида асосланган;

материалларнинг чизиқли бўлмаган деформациясини ҳисобга олган ҳолда, АВАQUS дастурий таъминот тўпламида чекли элементлар усули орқали базальт толалари асосида дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсин конструкцияларининг кучланганлик-деформациянубчанлик ҳолати, мустаҳкамлиги, нормал дарзларнинг ҳосил бўлиши ва кенгайиши ҳисобланган ҳамда янги амалий ҳисоблаш дастурлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

базальт толалари асосидаги эгилувчи фибротемирбетон тўсинлар учун базальт толаларининг узунлиги ва самарали миқдори ишлаб чиқилган;

базальт толалар асосидаги эгилувчи фибротемирбетон тўсинларни кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати, мустаҳкамлик ва дарзбардошликни ҳисоблашнинг ишлаб чиқилган амалий усулларини автоматлаштириш имконини берувчи ЭҲМ дастури ишлаб чиқилган;

дисперс арматураланган фибробетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини ҳисоблашнинг ЭҲМ дастури ишлаб чиқилган;

базальт толалари билан дисперс арматураланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларни экспериментал – назарий услубиётига асосланган янги базальт толалари билан дисперс арматураланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилиятини аниқлаш учун ЭҲМ дастури ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Олинган илмий натижаларнинг ишончилиги, тадқиқотлар замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда амалган оширилганлиги, назарий ҳисоблар ва тажрибаларни қурилиш меъёрлари ва қоидаларига риоя қилган ҳолда амалга оширилганлиги, амалий ва назарий тадқиқот ҳамда ҳисоблашнинг компьютер дастури асосида олинган натижаларнинг ўзаро мос келиши ва амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти базальт толалари асосидаги фибробетон ва фибротемирбетон учун базальт толаларнинг оптимал миқдорини аниқлаш, шунингдек, фибробетон мустаҳкамлигига таъсир этувчи омиллар аҳамиятини дисперс таҳлил ёрдамида баҳолаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини амалий аҳамияти, базальт толалари асосидаги эгиловчан фибротемирбетон тўсинларни кучланганлик ва деформацияланувчанлиги, мустаҳкамлиги ҳамда дарзбардошлигини аниқлаш имконини берувчи дастурлар ёрдамида лойиҳалаш амалиётидаги аҳамияти билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Базальт толалари билан дисперс арматураланган кўндаланг эгилишдаги темирбетон тўсиннинг кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолати, мустаҳкамлиги бўйича олинган илмий натижалар асосида:

базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетон ва фибротемирбетон ишлаб чиқариш “Best profil” МЧЖ, “Оқтош темир-бетон маҳсулотлари” МЧЖ қурилиш корхоналарида жорий қилинган (Ўзсаноатқурилишматериаллари уюшмасининг 2022 йил 07 мартдаги 05/15-616-сон маълумотномаси). Натижада базальт толалари билан дисперс арматуралаш мустаҳкамликни ортишига олиб келган ва шу билан бирга цемент сарфини 10-15 % га қисқартириш имконини берган;

фибробетон ишлаб чиқариш “Бунёдкор-3” МЧЖда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2022 йил 16 мартдаги 09-06/2561-сон маълумотномаси). Натижада кутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 483 950 000 (тўрт юз саксон уч миллион тўққиз юз эллик минг) сўмни ташкил этган;

базальт толалари билан дисперс арматураланган эгиловчи фибротемирбетон тўсинларни мустаҳкамликка ҳисоблаш дастури “Коммуналтаъмирлойиҳа” МЧЖда лойиҳалаш ишлари учун жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2022 йил 16 мартдаги 09-06/2561-сон маълумотномаси). Натижада лойиҳалаш ва ҳисоблаш жараёнларига сарфланадиган меҳнат сарфи-вақтни 15% гача тежалишига эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация мавзуси бўйича тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 4 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий нашрлар чоп этилган. Жумладан, SCOPUS базасидаги журналда 1 та, импакт фактори юқори бўлган нуфузли хорижий журналларда 5 та, ОАК тавсия этган рўйхатга киритилган республика журналларида 3 та, Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан 3 та компьютер ҳисоблаш дастурларига гувоҳномалар олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 111 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **“Муаммонинг ўрганилганлик ҳолати ва масаланинг қўйилиши”** деб номланган биринчи бобида, илмий адабиётларда тадқиқот мавзусига доир чоп этилган илмий ишларнинг аналитик шарҳлари ва изоҳлари келтирилган.

Фибробетон тартибли ёки тартибсиз тақсимланган ҳолда цемент массаси - матрицасида толаларни ўз ичига олган композит материалдир. Фибробетоннинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари, шубҳасиз, тола тури, тола геометрияси, толанинг таркиби, толанинг йўналиши ва тақсимланиши, йирик ва майда тўлдирувчиларнинг шакли ва ўлчамига боғлиқ бўлади. Фибробетон бўйича тадқиқотларни ривожланишига АҚШ, Россия, Канада, Германия, Белгия, Испания, Нидерландия, Франция, Хитой, Австралия, Япония ва бошқа ривожланган мамлакатлар олимлари салмоқли ҳисса қўшганлар. Толалар билан дисперс арматуралашда бетон масса-матрицасининг хоссалари композит тузилишига боғлиқ.

Тола билан арматураланган майда тошли бетон учун цемент масса-матрица бошқа одатий майда тошли бетонлардан фарқ қилмайди ва у цемент, кум, тўлдирувчи ва сувдан таркиб топади. Фибробетонда толанинг миқдори цемент массасига ёки бетоннинг ҳажмига нисбатан қўшилиши мумкин. Тола ва цемент тошининг ўзаро таъсири, шунингдек, тола билан арматураланган материалнинг тузилиши толалар билан арматураланган композит материалнинг тавсифларига таъсир қилувчи муҳим хусусиятлардир. Фибробетоннинг юк кўтариш қобилияти бетон матрицадаги толанинг ҳажмий улушига боғлиқ бўлади. Фибробетон цемент матрицада тақсимланган калта толалардан иборат бўлади.

Ана шундай калта ва қия жойлашган толаларни бетоннинг механик хусусиятларига таъсири, одатда, юкламага кўндаланг жойлашган узун толалар таъсиридан кичик бўлади. Бу эса калта ва қия жойлашган толаларнинг самараси кичик бўлишини англатади. Бетон хусусиятига толанинг узунлиги, жойлашув йўналиши ва цемент тошининг мустаҳкамлиги таъсир кўрсатади.

Диссертациянинг **“Базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетоннинг механик хусусиятлари”** деб номланган иккинчи бобида фибробетон учун базальт толаларини оптимал миқдори ва узунликларини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқот натижалари, фибробетон мустаҳкамлигига таъсир этувчи омиллар аҳамиятини дисперс таҳлил ёрдамида баҳолаш натижалари келтирилган.

Мавжуд илмий-тадқиқот ишларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики,

ҳозиргача базальт толалари билан мустаҳкамланган фибробетоннинг физик-механик хусусиятлари бўйича илмий-тадқиқот ишлари етарли даражада бажарилмаган, шу жумладан, базальт толасининг оптимал миқдори ва узунликларини аниқлаш бўйича етарли даражада изланишлар олиб борилмаган.

Маълумки, бетоннинг асосий мустаҳкамлик кўрсаткичи сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги билан белгиланади. Хусусан, бетоннинг синфи ҳам шу асосда белгиланиб, тадқиқотларда базальт толалари қўшилган бетон куб намуналарни сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги тадқиқ қилинди. Фибробетон учун фойдаланилган базальт толанинг хоссаларига доир кўрсаткичлар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Базальт толасининг асосий кўрсаткичлари

Базальт тола	Зичлиги, кг/м ³	Чўзилишдаги мустаҳкамлик, Мпа	Эластиклик модули, ГПа	Толанинг диаметри, мкм	Толанинг узунлиги, мм
	2650	3000-3500	80-110	17	5, 10, 15, 20, 30

Бетон таркибига базальт толаларини қўшиш орқали лойиҳавий кўрсаткичи бўйича В25 синфдаги бетон олиш учун лаборатория шароитида тажриба ишлари олиб борилди. Тажрибаларни ўтказиш учун 26 та серияда, томонлари 100x100x100 мм бўлган бетон куб намуналар стандарт талаблар асосида тайёрланди (1-расм). Тайёрланган намуналар хонада 1 кун давомида тургандан сўнг қолиплардан олинди. Ушбу намуналарга белги қўйилиб, нормал қотиш камерасида 7 кун ва 28 кун давомидаги сақлаш жараёнларида бўлди.

а)



б)

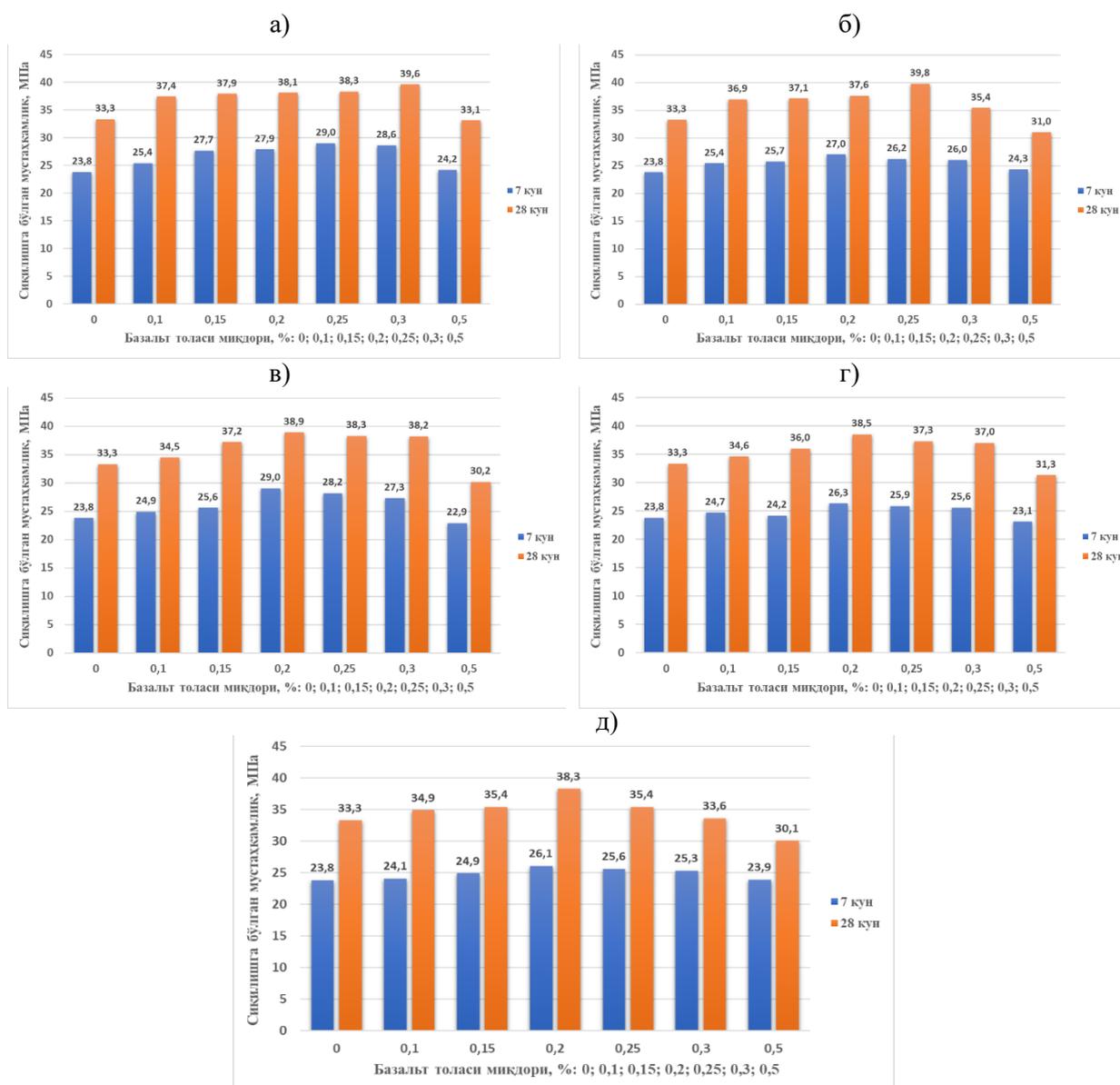


в)



1-расм. Фибробетонни синаш жараёни: а) куб намуналарини бетонлаштириш жараёни; б) бетон куб намуналари; в) синов вақтида намунанинг умумий кўриниши

Тажрибаларда амалий аҳамиятга эга бўлган асосий илмий натижалар олинди, улар бўйича таҳлиллар амалга оширилди, тегишли жадвал ва графикларга киритилди. Базальт толали ва базальт толасиз тайёрланган бетон куб намуналарининг тажриба синовлари орқали олинган натижалари 2-расмда кўрсатилган.



2-расм. Базальт толалари қўшилган бетоннинг 7 ва 28 кунлардаги мустаҳкамлик кўрсаткич графиклари: а) 5 мм; б) 10 мм; в) 15 мм; г) 20 мм; д) 30 мм; ■ -7 кун; ■ -28 кун

Диссертациянинг “Базальт толалари билан дисперс арматураланган кўндаланг эгилишдаги фибротемирбетон тўсинларни экспериментал синаш натижалари ва кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати” деб номланган учинчи бобида экспериментал тадқиқотларнинг вазифалари, тадқиқот намуналарни конструкциялаш ва тайёрлаш, воситалари ва ўлчов асбоблари, синов моделларини тайёрлаш натижалари келтирилган.

Нормал кесимлар бўйича эгиловчи элементларнинг тадқиқ қилиш учун олти сериядаги тўсинлар тайёрланди ва синалди. Биринчи сериядаги тўсинлар базальт толалари қўшилмаган ҳолда тайёрланди. Қолган сериядаги тўсинларни турли узунликдаги ва миқдорларда базальт толалари қўшилган бетондан тайёрланди.

Тўсинлар узунлиги 1200 мм, бунда симметрик юкламаларни юклаш ҳисобга олинган. Тўсинлар кесими баландлиги 200 мм га, эни 100 мм га тенг, ҳисобий оралиғи 1050 мм га тенг. Бўйлама арматуралаш учун диаметри 12 мм

бўлган иккита А-III синфдаги стерженли арматура қабул қилинган. Тўсинларда кўндаланг арматуралаш 1,33% ни ташкил этади. Бунда, В-I синфдаги диаметри 5 мм бўлган симлардан тайёрланган хомутлар тўсин таянч олдида 70 мм кадам, тўсин ўрта қисмида эса 150 мм кадам билан жойлаштирилган. Тўсинлар БО-1 ёки ББ10-I-1 кўринишида маркировкаланган. Бунда БО ва ББ ҳарфлар бетон турини, ундан кейинги рақамлар – базальт толалари узунлиги ва миқдорини (фоизларда), охири рақам ушбу гуруҳдаги юклаш схемаси бўйича тўсин номерини кўрсатади.

Тадқиқ қилинаётган бетонларни хоссаларини ўрганиш учун тажриба тўсинлари билан бир вақтда назорат намуналари тайёрланди ва тажрибалар ўтказилди (3-расм):

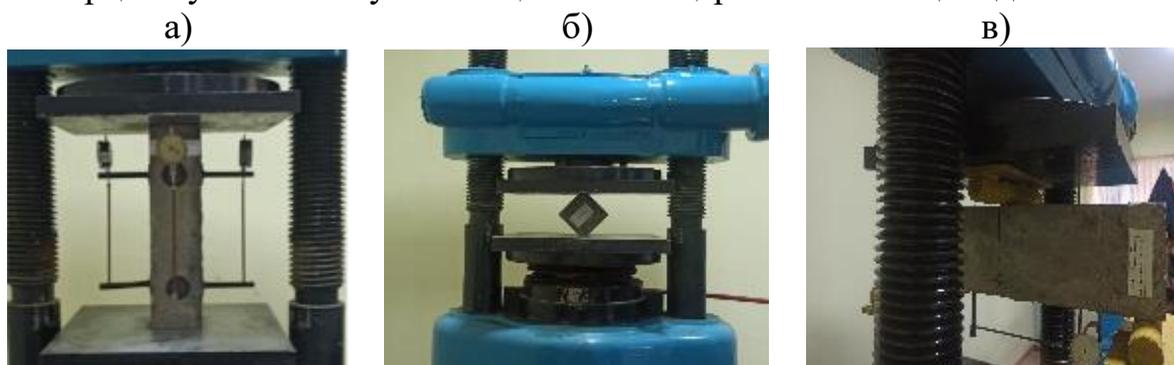
1) бетон кубик мустаҳкамлигини аниқлаш учун ўлчамлари 100x100x100 мм бўлган 35 та куб намуналар тайёрланди ва синалди;

2) бетон призматик мустаҳкамлиги ўлчами 100x100x400 мм ли 21 та призмаларни синаш орқали аниқланди;

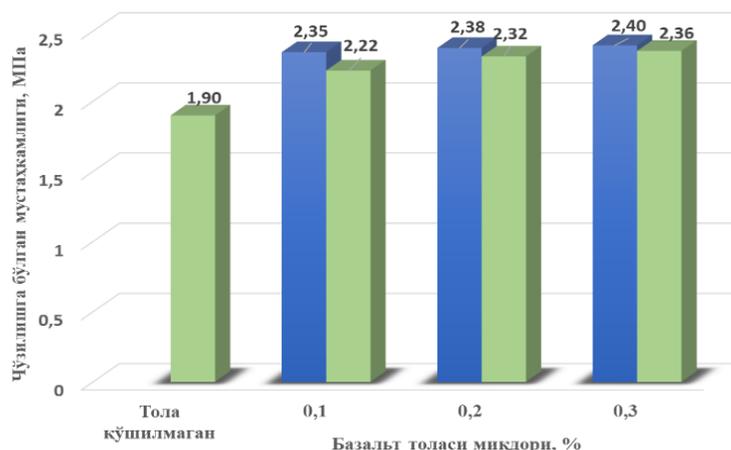
3) фибробетоннинг чўзилишдаги қолдиқ қаршилигини аниқлаш учун 150x150x550 мм бўлган 42 та призма намуналари тайёрланди ва синалди;

4) фибробетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини ёрилишда аниқлаш учун 100x100x100 мм бўлган 42 та куб намуналар тайёрланди ва синов ишлари ўтказилди;

5) узунлиги 500 мм бўлган беш дона бўйлама арматура намунасини синаш орқали узилишга бўлган вақтинчалик қаршилиги аниқланди.



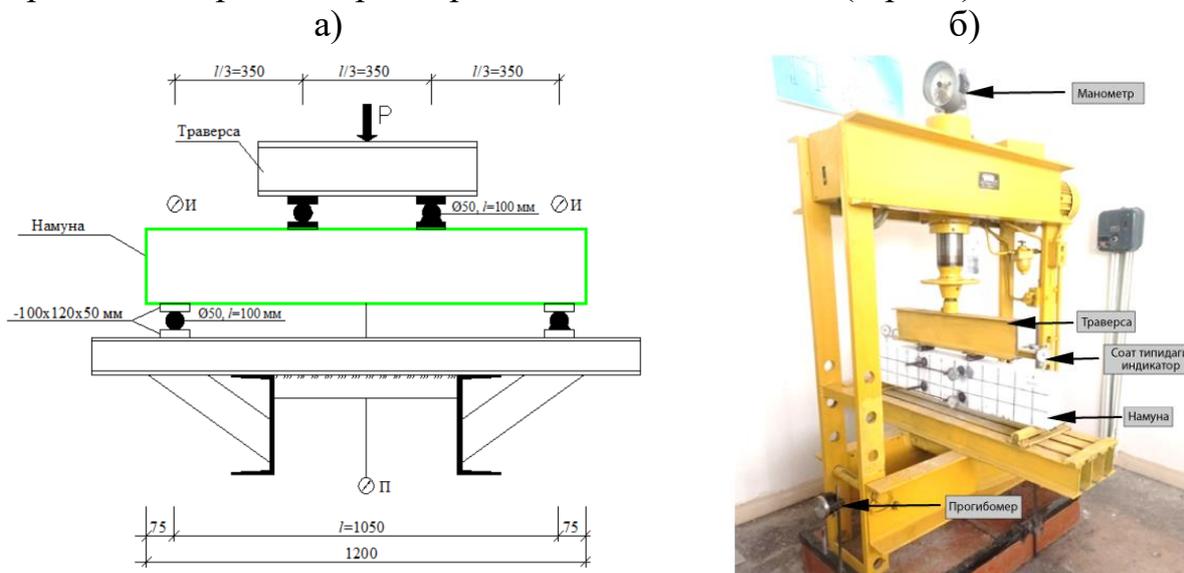
3-расм. Фибробетонни мустаҳкамликка синаш жараёни: а) бетоннинг призматик мустаҳкамлигини аниқлаш; б) чўзилишга бўлган мустаҳкамликни ёрилишда синаш; в) фибробетоннинг чўзилишдаги қолдиқ қаршилигини аниқлаш



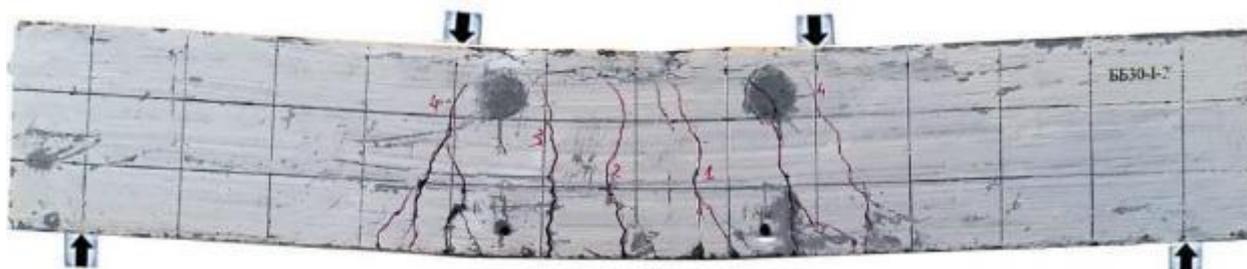
4-расм. Намуналарнинг чўзилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари графиги

Бетонни дисперс арматуралаш учун Жиззах вилоятида жойлашган «Mega Invest Industrial» кўшма корхонаси томонидан ишлаб чиқарилган, зичлиги 2650 кг/м^3 , тола диаметри 17 мкм, толалар узунликлари 10 ва 30 мм бўлган базальт толаларидан фойдаланилган.

Тўсинга юкламани юк кўтариш қобилияти 400 кН бўлган, ОКС-1671М маркадаги гидравлик пресс ёрдамида ҳосил қилинди (5-расм).



в)



5-расм. Фибротемирбетон тўсинни синаш жараёни: а) юк бериш схемаси; б) юк бериш жараёни; в) фибротемирбетон тўсиннинг синовдан сўнг кўриниши

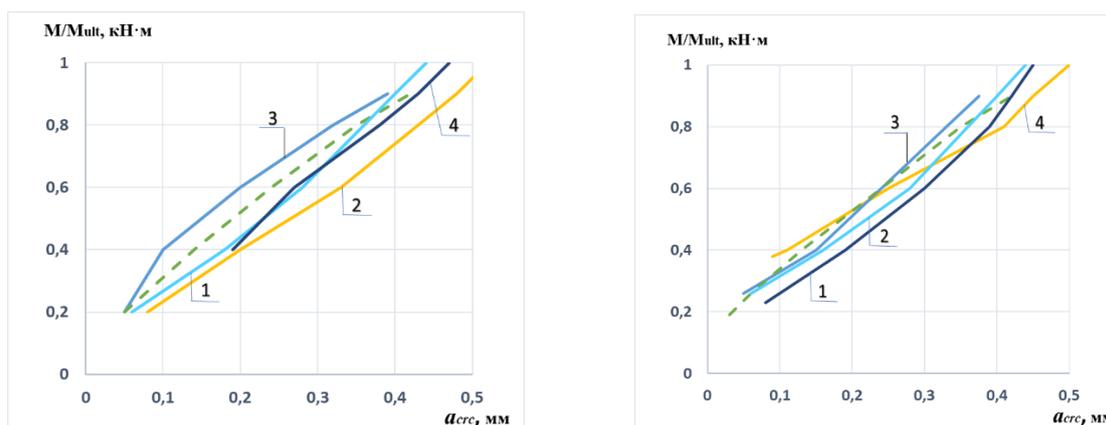
Тўсинлар бир хилдаги юкламалар бериб синалди. Дарзлар ҳосил бўлгунга қадар ҳисобланган бузувчи куч микдоридан 5% дан ортиқ бўлмаган юкламага, дарзлар ҳосил бўлгандан кейин 10% дан ортиқ бўлмаган юкламага синалди. Босқичлар оралиғидаги интервал 10-15 минутни ташкил қилди. Бу вақтда барча ўлчов асбоблар кўрсаткичлари ёзиб борилди, янги дарзлар пайдо бўлишини ва мавжуд дарзларни ривожланишини қайд қилинди ва очилиш эни аниқлаб борилди. Шу вақтнинг ўзида эришилган юк қиймати ҳам белгилаб қўйилди. Берилаётган юк қиймати бузувчи юкнинг тахминан 85-90% ига етганда ўлчов приборлари ечиб олиниб, кейин намуна бузилгунга қадар юкланди ва унинг бузилиш характери қандай кечаётганлиги кузатиб борилди, натижалар олинди.

Диссертациянинг “Базальт толалари асосида дисперс арматураланган кўндаланг эгилувчи фибротемирбетон тўсинларни мустаҳкамликка назарий ҳисоблаш натижалари ва кучланганлик-

деформацияланганлик ҳолати” деб номланган тўртинчи бобида эгилишга ишловчи тўсинларнинг мустаҳкамлик, бикрлик ва дарзбардошлилигини текшириш учун ўтказилган экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган.

Эксперимент натижаларига кўра, базальт толалар қўшилган эгиловчи фибротемирбетон тўсинларда дарз ҳосил қилувчи моментларнинг бошланиш вақтлари оддий тўсинларга нисбатан фарқ қилиши аниқланди.

Базальт толалар қўшилмаган тўсинларда, яъни I серия намуна тўсинларида тик дарзлар ҳосил бўлишидаги эгувчи моментлар қийматлари 3,24-3,50 кН·м га тенг бўлди. II серия намуна тўсинларда, яъни базальт толаларини 0,1% миқдорида қўшиб тайёрланган тўсинларда дарз ҳосил қилувчи моментнинг қийматлари 4,70-4,90 кН·м ни ташкил этди (6-расм). Дарз ҳосил қилувчи момент оддий бетондан тайёрланган тўсинлардаги дарз ҳосил қилувчи моментга нисбатан 40-45% га кўп бўлди.



6-расм. I, II-серия намуна тўсинларини нормал дарзларнинг очилиш кенглиги. 1, 2, 3, 4-дарзларнинг тартиб рақамлари
 ————— —тажрибавий; - - - - - —назарий

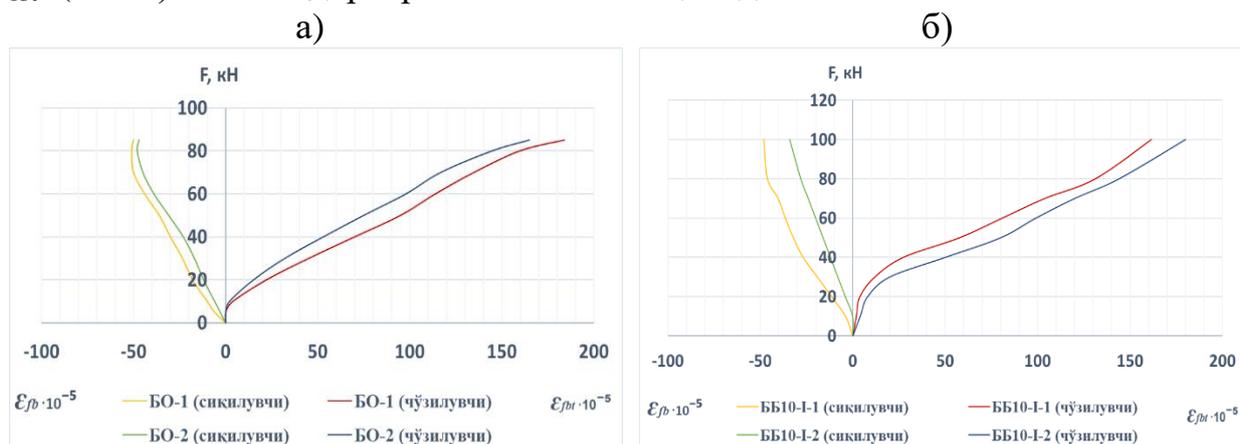
Темирбетон ва фибротемирбетон тўсинларда бетоннинг бўйлама сиқилиш ва чўзилиш деформацияларини аниқлашда, намуналарни соф эгилиш зонасининг бетон сиқилиш ва чўзилиш зонасига базаси 30 см бўлган кўчма мессура ўрнатилди ва ўлчанди.

Бетоннинг бўйлама чўзилиш ва сиқилиш деформациялари бошланғич юкланишда унча катта қийматларга эга бўлмайди ва уларнинг ўзгариши деярли тўғри чизик бўйича ортиб борди. I серия намуна темирбетон тўсинларида куч 30 кН га етганда, бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(32-45)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(17-23)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди. II серия намуна фибротемирбетон тўсинларида куч 30 кН га етганда бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(12-20)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(8-12)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди (7-расм).

Юклар миқдори $F_{ult}(0,8-0,9)$ етганда, бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(150-160)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(47-50)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди. II серия намуна фибротемирбетон тўсинларида бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(130-145)\cdot 10^{-5}$ бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(28-45)\cdot 10^{-5}$ миқдорларгача етиши аниқланди.

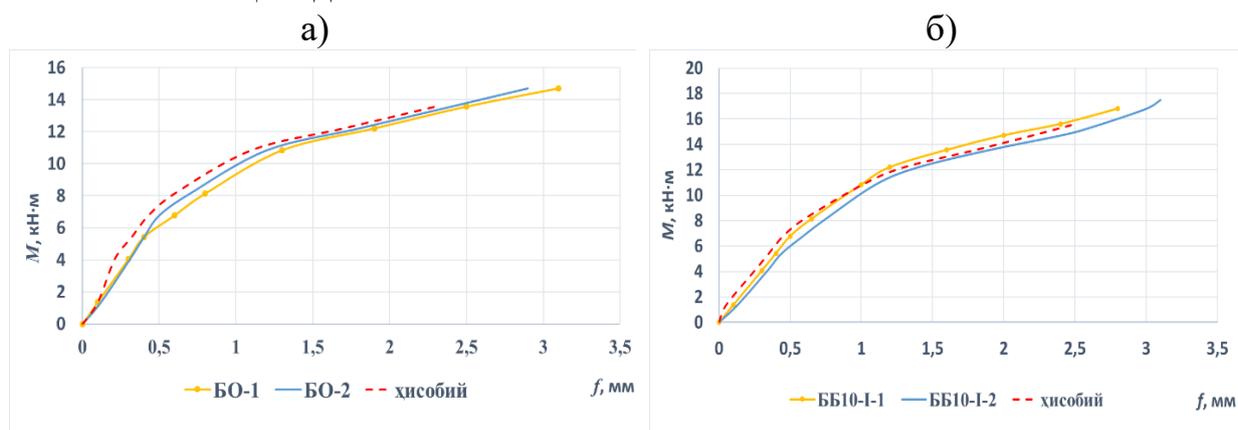
III серия намуна фибротемирбетон тўсинларида бузувчи кучнинг миқдори $F_{ult}(0,2-0,3)$, бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(13-28)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(8-14)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди. IV серия намуна фибротемирбетон тўсинларида эса бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(14-20)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(10-17)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди.

Юкланиш босқичлари бузувчи кучга яқинлашганда III серия намуналарда бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(130-140)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(28-32)\cdot 10^{-5}$ қийматларга эришди. IV серия намуна фибротемирбетон тўсинларида бетоннинг чўзилиш деформациялари $\epsilon_{fb}=(115-132)\cdot 10^{-5}$, бетоннинг сиқилиш деформациялари $\epsilon_{fbt}=(31-35)\cdot 10^{-5}$ миқдорларгача етиши аниқланди.



7-расм. Намуналардаги бетоннинг ўртача нисбий сиқилиш ва чўзилиш деформациялари графиклари: а) темирбетон тўсинлардаги; б) фибротемирбетон тўсинлардаги

Базальт толалари билан кучайтирилган – дисперс арматураланган фибротемирбетон ва оддий темирбетон тўсинлардаги назарий (ҳисобий) ҳамда тажрибавий солқиликларини натижалари 8-расмда кўрсатилган. Темирбетон ва базальт толали фибротемирбетон намуна тўсинларининг тажрибаларда аниқланган ва назарий ҳисоблар бўйича топилган солқиликларини таққослаганда уларнинг 90-95% даражада мос тушиши кузатилди. Тўсинларнинг солқиликлари меъёрларда чегаравий солқиликлардан ошмаслиги аниқланди.



8-расм. Намуна тўсинларда солқиликнинг эгувчи моментга боғлиқлик графиклари: а) темирбетон тўсинлардаги; б) фибротемирбетон тўсинлардаги

Экспериментал ҳамда назарий тадқиқотлар асосида олинган илмий натижалар шуни кўрсатадики, фибротемирбетон тўсинлардаги бузувчи зўриқишнинг миқдорлари (юк кўтариш қобилияти) оддий тўсинлардаги шу миқдорларга нисбатан катта бўлиши кузатилди. Буни дисперс арматуралаш билан изоҳлаш мумкин.

Назарий ҳисоблаш натижаларига кўра, базальт толалар қўшилмаган тўсинларда юк кўтариш қобилияти $M_{ult}^x = 13,56$ кН·м га тенг бўлди. Узунлиги 10 мм бўлган базальт толаларини 0,1% миқдорида қўшиб тайёрланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти 15,29 кН·м ни ташкил этди. Оддий темирбетон тўсинларга нисбатан фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти 12,80 % га ошди.

Узунлиги 10 мм бўлган базальт толаларини 0,2% ва 0,3% миқдорларида қўшиб тайёрланган эгилувчи фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти мос равишда 15,41 кН·м ҳамда 15,18 кН·м ни ташкил этди.

Базальт толаларининг миқдори 0,1% ва узунлиги 30 мм бўлган фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти 15,27 кН·м ни, толаларнинг миқдори 0,2% бўлганда, фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти 15,56 кН·м ни, толаларининг миқдори 0,3% бўлганда, фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти 14,98 кН·м ни ташкил этди. Бунда базальт толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти оддий тўсинларнинг юк кўтариш қобилиятига нисбатан 10,53-14,79 % ошганлиги аниқланди.

Диссертациянинг **“Фибротемирбетон тўсинларни чекли элементлар усули ёрдамида моделлаштириш ва иқтисодий самарадорлиги”** деб номланган бешинчи бобида ABAQUS дастурий таъминоти ёрдамида темирбетон ва фибротемирбетон тўсинларни мустаҳкамлик, кучланганлик деформацияланганлик ҳолатлари тадқиқ этилган ҳамда иқтисодий самарадорлиги аниқланган.

Конструкцияларнинг кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолатини, мустаҳкамлигини ўрганиш учун чекли элементлар усули ёрдамида таҳлил қилишга асосланган замонавий дастурий тизимлардан фойдаланиш жаҳон амалиётида жуда кенг тарқалган. Конструкцияларни рақамли ўрганишнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

1) конструкциянинг бошланғич маълумотларини ўзгартириш имкониятининг мавжудлиги (геометрик ўлчамлари, материалларнинг хусусиятлари ва бошқалар);

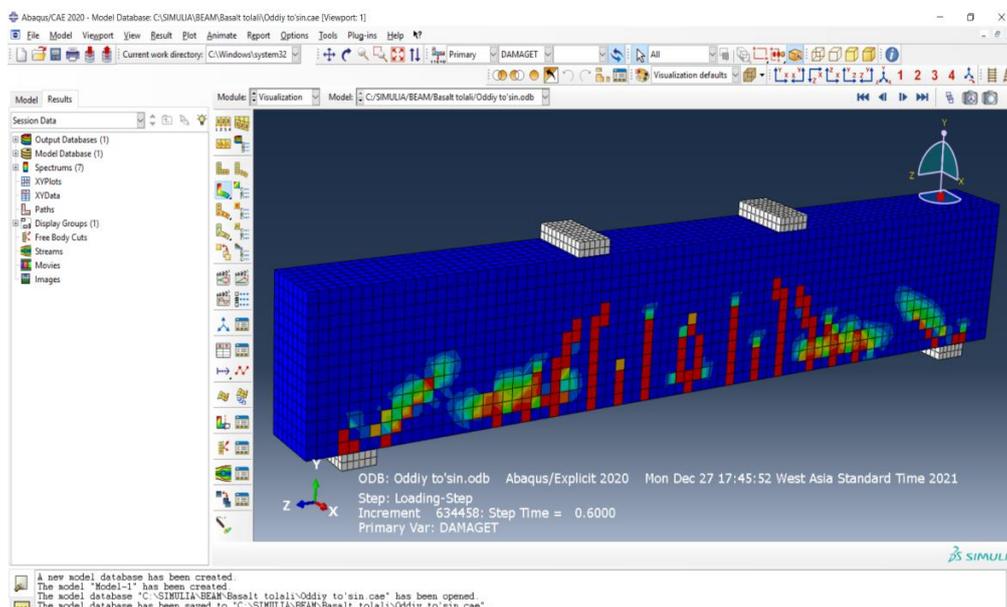
2) кам вақт сарфлаб, кўп вариантларда намуналарни ўрганиш ва тадқиқ қилиш шароитининг ҳосил бўлиши;

3) конструкцияларнинг турли ишлаш шароитларини эътиборга олган ҳолда юқори даражада реал ҳолатига яқинлаштириб моделлаштириш имкониятининг мавжудлиги (айниқса, конструкцияларнинг лаборатория шароитларида синаш имконияти йўқ ҳолатлар учун долзарб);

4) ҳисоблаш давомида юкланишнинг исталган босқичида конструкцияларнинг ўрганиш учун зарур бўлган маълумотларни (кучланганлик-деформацияланувчанлик, кўчиш, чегаравий эгувчи момент ва бошқалар) олиш имкониятининг борлиги.

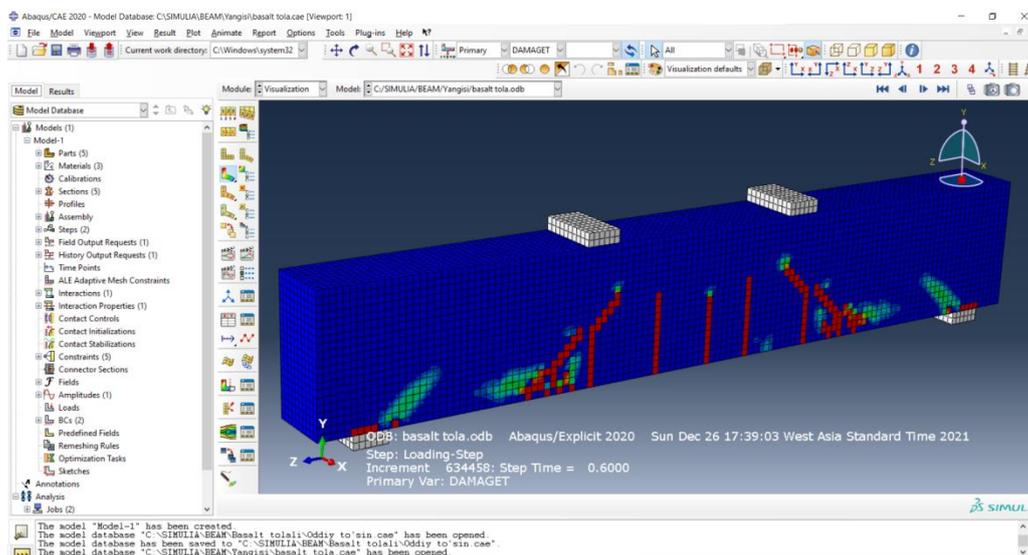
Рақамли ўрганиш жараёнида тажриба намуналари билан бир хил бўлган темирбетон ва фибротемирбетон тўсинлар моделлаштирилди. Тўсинлар учун арматура, бетон ва фибробетоннинг механик хусусиятлари лаборатория синовлари орқали аниқланди ва ABAQUS дастурида материал ҳосил қилиш учун фойдаланилди. Темирбетон тўсинлардаги хусусий ҳол учун чекли элементларнинг умумий сони битта тўсинда 24356 тани, базальт толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинда чекли элементларнинг умумий сони 29574 ташкил этди.

Материалларнинг чизиқли бўлмаган деформациясини ҳисобга олган ҳолда темирбетон ва базальт толалари асосида дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсин конструкцияларининг кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолати, мустаҳкамлиги, нормал дарзларнинг ҳосил бўлиши ва кенгайиши аниқланди. Оддий темирбетон ва фибротемирбетон тўсинлардаги дарзларнинг ҳосил бўлиши 9-10-расмларда келтирилган.



9– расм. Оддий темирбетон тўсинда дарзлар ҳосил бўлишининг умумий кўриниши

ABAQUS дастури таъминотида аниқланган натижаларга кўра, базальт толалар қўшилган эгиловчи фибротемирбетон тўсинларда дарз ҳосил қилувчи моментларнинг бошланиш вақтлари оддий тўсинларга нисбатан фарқли бўлиши аниқланди. Базальт толалар қўшилмаган тўсинларда, яъни I серия намуна тўсинларида тик дарзлар ҳосил бўлишидаги эгувчи моментлар қийматлари 2,7 кН·м га тенг бўлди. II серия намуна тўсинларда, яъни базальт толаларини 0,1% миқдорда қўшиб тайёрланган тўсинларда дарз ҳосил қилувчи моментнинг қийматлари 3,8 кН·м ни ташкил этди. Дарз ҳосил қилувчи момент оддий бетондан тайёрланган тўсинлардаги дарз ҳосил қилувчи моментга нисбатан 40% га кўп бўлди.



10 – расм. Базальт толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинда дарзлар ҳосил бўлишининг умумий кўриниши

Амалга оширилган экспериментал ва назарий тадқиқотлар текис эгилишга ишловчи фибротемирбетон тўсинларнинг юк остида ишлашини ўрганиш имконини берди. Текис эгилишга ишловчи темирбетон тўсин намуналарнинг юк кўтариш қобилиятининг солиштиришнинг асосий параметри чегаравий эгувчи моментлардир. Лаборатория намуналарини синовдан ўтказиш, сонли моделлаштириш ва тавсия этилган ҳисоблаш усули бўйича аниқланган чегаравий эгувчи моментларнинг қийматлари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Экспериментал-назарий тадқиқотлар натижасида аниқланган чегаравий эгувчи моментнинг қийматлари

Серия	Т/Р	Тўсинлар шифри	Экспериментал аниқланган чегаравий эгувчи момент M_{ult}^T , кН·м	Компьютер дастури (ABAQUS) орқали аниқланган чегаравий эгувчи момент M_{ult}^c , кН·м	Назарий (ҳисобий) аниқланган чегаравий эгувчи момент M_{ult}^x , кН·м
1.	1	БО-1	14,70	12,41	13,56
	2	БО-2	13,90		
2.	3	ББ10-I-1	17,50	15,07	15,29
	4	ББ10-I-2	16,80		
3.	5	ББ10-II-1	15,80	15,20	15,41
	6	ББ10-II-2	16,74		
4.	7	ББ10-III-1	15,40	14,98	15,18
	8	ББ10-III-2	16,90		
5.	9	ББ30-I-1	16,30	14,56	15,27
	10	ББ30-I-2	17,20		
6.	11	ББ30-II-1	15,80	14,23	15,56
	12	ББ30-II-2	16,10		
7.	13	ББ30-III-1	15,80	14,10	14,98
	14	ББ30-III-2	14,60		

ХУЛОСА

1. Экспериментал тадқиқотлар ёрдамида фибробетон тайёрлашда базальт толаларининг энг мақбул ўлчамлари ва мазкур тола ёрдамида дисперс арматуралаш учун унинг оптимал миқдори аниқланди. Узунликлари 5; 10; 15; 20 ва 30 мм бўлган базальт толалари билан бетонни 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 ва 0,3% миқдорда дисперс арматураланганда бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги 10÷20% ортади.

2. Базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетоннинг чўзилишга мустаҳкамлиги, дисперс арматураланмаган бетонларга қараганда 15÷25% юқори эканлиги аниқланди. Бундан кўринадикки, толаларни кўшилиши бетон конструкцияларини кучайтиришга олиб келади.

3. Экспериментал тадқиқотлар ёрдамида базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетондан тайёрланган темир бетон тўсинларни кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолатининг барча босқичларида синаш, уларнинг мустаҳкамлиги ва кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолати тўғрисида янги илмий комплекс натижалар олиш имконини берди. Жумладан, уларни дисперс арматураланмаган оддий темирбетон тўсин билан солиштирганда, уларнинг юк кўтариш қобилияти дарзбардошлиги ҳамда бикрлиги ортади.

4. Ўтказилган тадқиқотлар бетонни 0,1÷0,3% миқдордаги базальт толалари билан дисперс арматуралаш пўлат арматуралардан самарали фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди. Шунингдек, кўндаланг эгилишга ишловчи фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилиятининг 10÷19% га ортиши аниқланди.

5. Назарий ҳисоблаш натижаларига кўра, базальт толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти оддий тўсинларнинг юк кўтариш қобилиятига нисбатан 10÷15 % ошганлиги кузатилди. Бу дисперс арматуралашнинг кучайтириш самарадорлигини кўрсатади.

6. Назарий ва экспериментал тадқиқот натижалари кўра, базальт толалар билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларнинг дарзбардошлиги оддий тўсинларнинг дарзбардошлигига нисбатан 40÷45% га ортиши аниқланди. Бу темирбетон конструкцияларининг юк кўтариш қобилиятини ошганлигидан далолат беради ва ишончлигини таъминлашга хизмат қилади.

7. АВАQUS дастурий таъминотида ўтказилган тадқиқотлар юкланишнинг ҳар бир босқичида текис кўндаланг эгиловчи фибротемирбетон тўсинларнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолатини аниқлаш имконини берди ва фибротемирбетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти оддий тўсинларнинг юк кўтариш қобилиятига нисбатан 10÷15 % ортиши аниқланди. Бу эксперименталь тадқиқотлар натижаларини назарий жиҳатдан ҳам тасдиқланганлигини кўрсатади.

8. Бетон тайёрлашда базальт толаларини қўллаш цемент сарфини 10÷15 % га камайтириш имконини берди. Иқтисодий самарадорликни таҳлил қилиш орқали «Бунёдкор-3» МЧЖдаги завод шароитида темирбетон конструкцияларни ишлаб чиқаришда базальт толаларини қўллашдан кутилаётган иқтисодий самара 1 м³ бетон учун 22 914 сўмни ташкил этиши аниқланди. Агар заводда бир кунда 80 м³ бетон ишлаб чиқарилса, тадқиқ қилинаётган базальт толаларини қўллашдан кутилаётган иқтисодий самара бир ойда 40 328 640 сўм ни, бир йилда 483 950 000 сўм ни ташкил этади.

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

НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

МАРТАЗАЕВ АБДУРАСУЛ ШУКИРИЛЛАЕВИЧ

**НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И
ПРОЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ
БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ, В УСЛОВИЯХ ПОПЕРЕЧНОГО
ИЗГИБА**

05.09.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения

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

Наманган – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2022.1.PhD/T2722.

Диссертация выполнена в Наманганском инженерно-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).

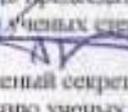
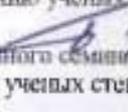
Научный руководитель:	Раззаков Собиржон Жураевич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Шаумаров Сайд Санатович доктор технических наук, профессор Холмирзаев Саттор Абдужабборович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Джизакский Политехнический институт

Защита диссертации состоится «26» июля 2022 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc-26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте. Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Абдуллы Кадыри, дом 7а. Тел.: (71) 241-10-84, факс: (71) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована за № 79). (Адрес: 100084, г. Ташкент, улица Малая кольцевая дорога, дом 7. Тел.: (71) 235-43-40, факс: (71) 234-15-11), e-mail: taqi_atm@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан «07» июля 2022 года.
(Реестр Протокола рассылки № 20 от «31» в «05» 2022 года).




Х.А. Акрамов
председатель Научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

А.Т. Хотамов
ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Б.А. Аскарлов
председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире особое внимание уделяется многоэтажным зданиям из сборного и монолитного железобетона, имеющего сложное архитектурное решение, а также к строительству высотных сооружений с обеспечением сейсмической безопасности и устойчивости. Следует отметить, что в настоящее время в таких развитых странах как США, Россия, Канада, Германия, Бельгия, Испания, Нидерланды, Франция, Китай, Австралия, Япония и другие, для повышения прочности железобетонных конструкций внедрено в строительную практику использование волокна различного типа. При этом особое внимание уделяется повышению прочности строительных конструкций с помощью дисперсного армирования, усилению железобетонных балок, эффективному использованию энергосберегаемых и ресурсосберегаемых технологий, а также совершенствованию действующих производственных процессов.

Во многих странах мира направления научных исследований посвящены повышению прочности, устойчивости, конструкционной безопасности и надёжности зданий и сооружений с помощью производства дисперсно-армированных фибробетонных и фиброжелезобетонных конструкций. В этом направлении, в том числе, усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений, повышение прочности и надёжности путём дисперсного армирования является приоритетным. При этом определение оптимального количества волокна для фибробетона, исследование физико-механических свойств фибробетона, моделирование, определение прочности, трещиностойкости, жесткости, огнестойкости и увеличение модуля упругости является одним из актуальных направлений научных исследований.

В нашей Республике большое внимание уделяется развитию строительной отрасли, обеспечению прочности, надёжности зданий и сооружений с помощью использование инноваций, экономии природных сырьевых ресурсов, производству новых строительных материалов и конструкций с использованием местного сырья. В стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы предусмотрено увеличение объема производства строительных материалов в два раза¹. В этом направлении научных исследований одним из важных задач является определение состава фибробетона для зданий и сооружений с использованием базальтового волокна, которое производится в нашей Республике, изучение нового состава фибробетона, исследование напряженно-деформированного состояния фибробетонных балок, дисперсное армирование, усовершенствование расчета прочности, жесткости и трещиностойкости изгибаемых фиброжелезобетонных балок, создание прикладных программ расчета и разработка рекомендаций по конструированию фиброжелезобетонных балок.

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

Данное диссертационное исследование в определенной степени направлено на выполнение задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «Стратегия развития нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы», №УП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию отрасли производства строительных материалов», №УП-3182 от 8 августа 2017 года «Об основных мерах социально-экономического развития регионов», №УП-2615 от 28 сентября 2016 года «О дальнейших мерах развития строительной индустрии», а также в других нормативно-правовых документах, принятых для данной сферы.

Соответствие исследований с приоритетными направлениями развития науки и технологий в Республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан: II «Энергетика, энерго - и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Крупные исследователи со всего мира, в том числе Э.С. Айвазян, Ю.М. Баженов, Т.К. Белова, И.В. Боровский, А.В. Бучкин, Н.Г.Василовская, И.А. Войлоков, И.В. Журавская, Д.Е. Зимин, С.Ф. Канаев, И.Г.Корнеева, Э.Б.Колбаско, К.Л. Кудяков, А.И. Кудяков, Л.Р. Маилян, Р.Л. Маилян, В.И. Морозов, В.А. Перфилов, В.Е.Розина, Z.M. Yasmin, M.A. Haneen, P.P. Nihal, Sh. Shinu, J. Krassowaska, A. Lapko, R.K. Gore, Shiping Li, Vibe Zhang, Wijun Chen, S. Jin, M. Athithya Raja, G. Saravanan, V.S. Satheesh, S.S. Charan и другие занимались проблемами исследования прочности, напряженно-деформированного состояния и трещиностойкости изгибаемых фиброжелезобетонных балок на основе базальтового волокна и добились определенных научных результатов.

Ведущие ученые Республики Узбекистан в области железобетонных конструкций, в том числе, А.Б. Ашрабов, А.А.Ашрабов, Х.А. Акрамов, Б.А. Аскарлов, И.Касимов, И.У. Мажидов, П.Т. Мирзаев, Ш.Р. Низамов, С.Р. Раззаков, Ч.П. Раупов, В.Ф. Усмонов, С.А. Ходжаев, А.А. Ходжаев, С.А. Холмирзаев, Ш.Шоджалилов, С.С. Шаумаров и другие проводили исследования по ряду направлений, таких как прочность, деформативность и трещиностойкость бетонных и железобетонных конструкций, и в разные годы на основе своих исследований достигли значительных теоретических и практических результатов.

Результаты проведенного анализа исследований диссертантом показали его недостаточность и актуальность, что исследования по применению дисперсно-армированных изгибаемых железобетонных балок на основе базальтовых волокон требуют более широких и глубоких исследований.

Связь диссертационного исследования с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках пункта 24 протокола 95 от 3 декабря 2020 года расширенного заседания

Президента Республики Узбекистан на котором было отмечено, что учеными Наманганского инженерно-строительного института до конца 2021 года будут проведены инновационные научные исследования по разработке энергосберегающих и ресурсосберегающих композитных строительных материалов, а также по проекту Государственного гранта А-14-11 «Исследования комплексного влияния внутренних и внешних факторов на прочность, сейсмостойкость и деформативность зданий из железобетонных конструкций.

Целью исследования является повышение прочности поперечно-изгибаемых фиброжелезобетонных конструкций путем дисперсного армирования базальтовыми волокнами.

Задачи исследования:

дисперсное армирование поперечно-изгибаемых балочных конструкций базальтовыми волокнами;

определение оптимального количества и длины базальтовых волокон для фибробетона;

определение прочности при сжатии $R_{fb,n}$ и остаточных сопротивлений при растяжении $R_{fbt2,n}$, $R_{fbt3,n}$ дисперсно-армированных фибробетонных конструкций экспериментальными методами;

определение напряженно-деформированного состояния и прочности поперечно - изгибаемых, дисперсно-армированных базальтовыми волокнами, фиброжелезобетонных балок;

исследование образования и увеличения нормальных трещин дисперсно-армированных базальтовыми волокнами фиброжелезобетонных балочных конструкций экспериментальным методом в лабораторных условиях;

разработка расчетной программы ЭВМ основанной на теоретическо-экспериментальной методике для изгибаемых фиброжелезобетонных дисперсно-армированных балок базальтовыми волокнами.

Объектом исследования являются изгибаемые железобетонные балочные конструкции зданий и сооружений.

Предмет исследования - напряженно-деформационное состояние и прочность поперечно-изгибаемых фиброжелезобетонных балок, дисперсно-армированных базальтовыми волокнами.

Методы исследования. В процессе исследований использованы дисперсное армирование с помощью волокон, методы расчета по предельным состояниям, метод конечных элементов, моделирование, экспериментальные исследования, методы математической статистики, сопоставление и анализа.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

установлено оптимальное количество (0,1 – 0,3%) и длина (5-30 мм) базальтового волокна для фиброжелезобетонных балочных конструкций с помощью экспериментальных исследований;

экспериментальными исследованиями обосновано повышение класса

бетона при дисперсном армировании из местных базальтовых волокон и определены прочность при сжатии $R_{fb,n}$ и остаточные сопротивления фибробетона при растяжении $R_{fbt2,n}$, $R_{fbt3,n}$ дисперсно-армированного базальтовыми волокнами, при этом разработано что класс бетона В25 по прочности приближается к классу бетона В30;

на основе экспериментальных испытаний определены напряженно-деформированное состояние и прочность балок армированного фиброжелезобетона базальтовыми волокнами при помощи разработанного стенда, придающего вертикальную нагрузку с интенсивностью до 40 тонн, и обосновано повышение прочности балок на 10÷19% по сравнению с обычными балками без базальтовых волокон;

определены напряженно-деформированное состояние, прочность, образование и раскрытие нормальных трещин, дисперсно-армированных фиброжелезобетонных балочных конструкций на основе базальтовых волокон, методом конечных элементов с учетом нелинейного деформирования материалов в программном комплексе ABAQUS, а также разработаны новые практические расчетные программы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны длина и эффективное количество базальтовых волокон для изгибаемых фиброжелезобетонных балок на основе базальтовых волокон;

разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизировать разработанные практические методы расчета напряженно-деформированного состояния, прочности и трещиностойкости изгибаемых фиброжелезобетонных балок на основе базальтовых волокон;

разработана компьютерная программа для расчета прочности дисперсно-армированного фибробетона на растяжение;

разработана программа расчета для определения несущей способности дисперсно-армированных изгибаемых железобетонных балок с базальтовыми волокнами, основанная на экспериментально-теоретической методике.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных научных результатов объясняется тем, что исследования проводились с использованием современных методов и инструментов, теоретические расчеты и эксперименты проводились в соответствии со строительными нормами и правилами, практические и теоретические исследования и результаты, полученные на основе компьютерной программы вычислений, заключаются совместимостью и реализацией на практике.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается определением оптимального количества базальтовых волокон для фибробетона и фиброжелезобетона на основе базальтовых волокон и оценкой значимости факторов, влияющих на прочность фибробетона, с помощью дисперсионного анализа.

Практическая значимость результатов исследования заключается важностью в практике проектирования изгибаемых фиброжелезобетонных балок на основе базальтовых волокон с использованием программ, позволяющих определять прочность и деформативность, а также трещиностойкость.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по исследованию напряженно-деформированного состояния и прочности фиброжелезобетонных балок армированных базальтовыми волокнами:

производство фибробетона и фиброжелезобетона дисперсно армированных базальтовыми волокнами осуществляется “Best profil” МЧЖ, “Оқтош темир-бетон маҳсулотлари” МЧЖ (Справка организации Узпромстройматериалов №5/15-616 от 7 марта 2022года), в результате которого дисперсное армирование базальтовыми волокнами приводит к повышению прочности бетона и при этом достигается экономия цемента на 10-15%.

Производство фибробетона внедрены в ООО “Бунёдкор-3 (Справка Министерства строительства Республики Узбекистан № 09-06/2561 от 16 марта 2022года). В результате которого экономическая эффективность составляет 483 950 000 (четырееста восемьдесят три миллиона девятьсот пятьдесят тысяча) сум;

Программа расчета прочности фиброжелезобетонных балок дисперсно-армированных базальтовыми волокнами внедрены в ООО Коммуналтаъмирлойиха (Справка Министерства строительства Республики Узбекистан № 09-06/2561 от 16 марта 2022года). В результате которого экономия времени для проектирования и расчета составляет 15%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований по теме диссертации обсуждались на 3-х международных и 4-х республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 19 научных статей, в том числе, 1 в журнале Скопус, 5 в индексируемых зарубежных журналах и 3 в республиканских журналах рекомендованных ВАКом Республики Узбекистан, а также агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан получены свидетельства на 3 программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определены соответствия исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования,

раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения об апробации результатов исследований, опубликованных научных трудов по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе под названием **«Состояние изученности проблемы и постановка задачи»**, приведены аналитические обзоры и комментарии научных работ, опубликованных по теме исследования в научной литературе.

Фибробетон является композитным материалом равномерно или хаотично распределенным волокном в цементной массе-матрице. Прочностные показатели дисперсно-армированного фибробетона зависят от вида волокна, геометрии, структуры, распределения и направления волокон, формы и размеров мелких и крупных заполнителей. Значительный вклад в исследование фибробетона внесли ученые США, России, Канады, Германии, Бельгии, Испании, Нидерландов, Франции, Китая, Австралии, Японии и других стран. Свойство дисперсно-армированной волокнами бетонной массы-матрицы зависит от композитного строения.

Цементная масса-матрица мелкозернистого бетона, армированного волокнами, не отличается от обыкновенного мелкозернистого бетона и состоит из цемента, песка, заполнителя и воды. В фибробетоне количество волокна-фибры может быть добавлено по отношению к массе цемента или объему бетона. Основными свойствами, влияющими на характеристику композитного материала, армированного волокнами, являются взаимодействия цементного камня с волокнами, структура материала, армированного волокнами.

Взаимодействие фибры и цементного камня, а также структура волокнистого материала являются важными свойствами, влияющими на характеристики волокнистого композиционного материала. Несущая способность фибробетона зависит от объемной доли фибры в бетонной массе-матрице. Фибробетонный цемент состоит из коротких волокон, распределенных в матрице.

Влияние таких коротких и косых волокон на механические свойства бетона обычно меньше, чем влияние длинных волокон, расположенных поперек нагрузки. Это означает, что влияние коротких и косых волокон будет небольшим. На свойства бетона влияют длина волокна, направление укладки и прочность цементного камня.

Влияние на механические свойства бетона коротких и наклонных волокон, распределенных в цементной матрице фибробетона, будет меньше, чем при поперечном расположении волокон по направлению нагрузок. На свойства бетона влияет длина и расположение волокон и прочность цементного камня.

Во второй главе диссертации под названием **«Механические свойства дисперсно-армированного фибробетона с базальтовым волокном»** представлены результаты экспериментальных исследований по определению оптимального количества и длины базальтовых волокон для фибробетона, значение факторов, влияющих на прочность фибробетона.

Анализ существующих исследований показывает, что до настоящего времени проведено в недостаточной степени исследований по изучению

физико-механических свойств фибробетона, армированного базальтовой фиброй, в том числе, по определению оптимального количества и длины базальтовой фибры.

Известно, что основной показатель прочности бетона определяется его прочностью на сжатие. В частности, на этом основании определяли класс бетона, а также изучали прочность на сжатие кубических образцов бетона с добавлением базальтовых волокон. Показатели свойств базальтового волокна, применяемого для фибробетона, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели базальтового волокна

Базальтовое волокно	Плотность, кг/м ³	Прочность на растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Диаметр волокна, мкм	Длина волокна, мм
	2650	3000-3500	80-110	17	5, 10, 15, 20, 30

В лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования, для получения бетона класса В25 по расчетным параметрам путем добавления в бетон базальтовой фибры. Для опытов в 26 сериях были изготовлены бетонные кубические образцы со сторонами 100x100x100 мм согласно требованиям стандарта (рис. 1). Подготовленные образцы извлекали из форм после выдержки в помещении в течение 1-х суток. Эти образцы были помечены и хранились в обычной сушильной камере в течении 7 и 28 суток.



Рис.1. Процесс испытания фибробетона: а) процесс бетонирования кубических образцов; б) образцы бетонных кубов; в) общий вид образца в процессе испытаний

По результатам экспериментов, получены научные выводы, имеющие практическое значение, по ним проведены анализы, они занесены в соответствующие таблицы и графики. Результаты экспериментальных испытаний образцов кубов бетона, приготовленных с использованием базальтовой фибры и без базальтовой фибры, представлены на рисунке 2.

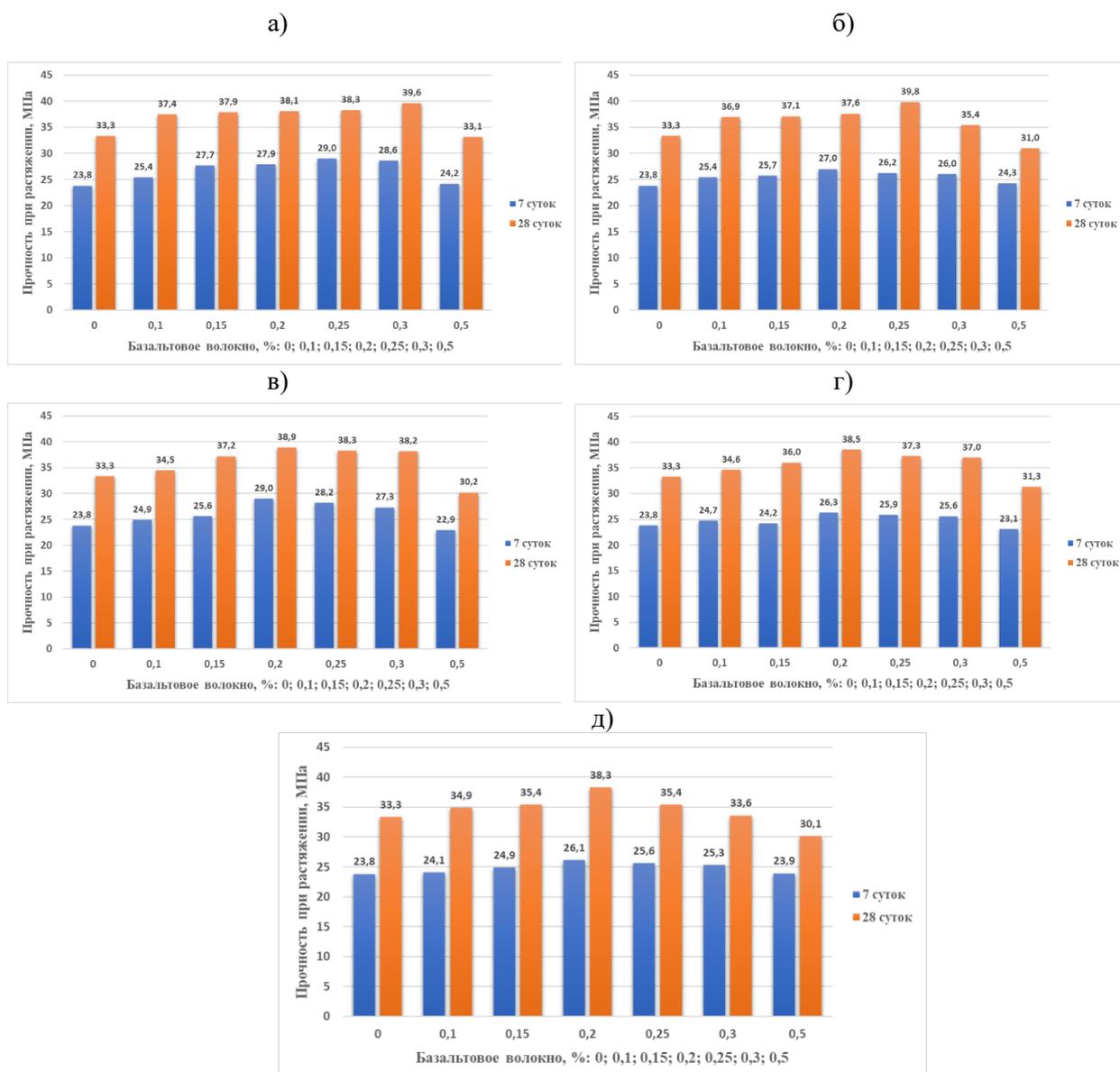


Рис.2. 7 и 28 суточные показатели прочности бетона с базальтовыми волокнами: а) 5 мм; б) 10 мм; в) 15 мм; г) 20 мм; д) 30 мм; — 7 суток; — 28 суток.

В третьей главе диссертации под названием «Напряженно-деформированное состояние и результаты экспериментальных испытаний фиброжелезобетонных балок, дисперсно-армированных базальтовыми волокнами, в условиях поперечного изгиба» представлены задачи экспериментального исследования, конструирования и подготовки экспериментальных образцов, инструментов и средств измерения, испытательных моделей.

Для исследования изгибаемых элементов по нормальному сечению были изготовлены и испытаны шесть серий балок. Балки первой серии изготавливались без добавления базальтовых волокон. Балки остальных серий изготавливались из бетона с базальтовыми волокнами разной длины и количества.

Длина балок 1200 мм с учетом нагружения симметричными нагрузками. Поперечное сечение балок 200 мм по высоте, 100 мм по ширине, расчетная длина 1050 мм. Для продольного армирования принимаются две стержневые арматуры класса А-III диаметром 12 мм. Продольное армирование балок

составляет 1,33 %. При этом хомуты из проволоки (поперечная арматура) класса В-I диаметром 5 мм располагают в опорной части балки шагом 70 мм, а посередине балки шагом 150 мм. Балки имеют маркировку БО-1 или ББ10-I-1. При этом буквы БО и ББ обозначают марку бетона, за ними следуют цифры - длина и количество базальтовых волокон (в процентах), последняя цифра обозначает номер балки по схеме нагружения в данной группе.

Для изучения свойств исследуемого бетона в процессе одновременно с опытными балками были изготовлены контрольные образцы и проведены экспериментальные исследования (рис.3):

1) изготовлено и испытано 35 образцов-кубов размерами 100x100x100 мм для определения кубической прочности бетона;

2) призматическую прочность бетона определяли путем испытания 21 образца–призмы размерами 100x100x400 мм;

3) изготовлено и испытано 42 призматических образца размером 150x150x550 мм для определения остаточного сопротивления фибробетона на растяжение;

4) для определения прочности фибробетона на растяжение при раскалывании изготовлено и испытано 42 образца–кубов с размерами 100x100x100 мм;

5) испытаны пять стержней продольной арматуры длиной 500 мм и определен предел текучести и временное сопротивление на разрыв.

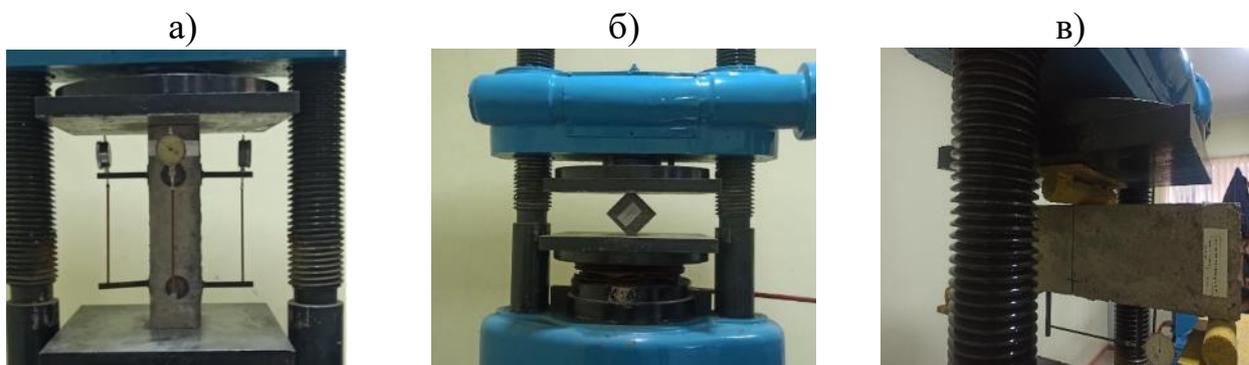


Рис.3. Процесс испытания фибробетона: а) определение призматической прочности бетона; б) испытания на растяжение при раскалывании; в) определение остаточного сопротивления фибробетона при растяжении

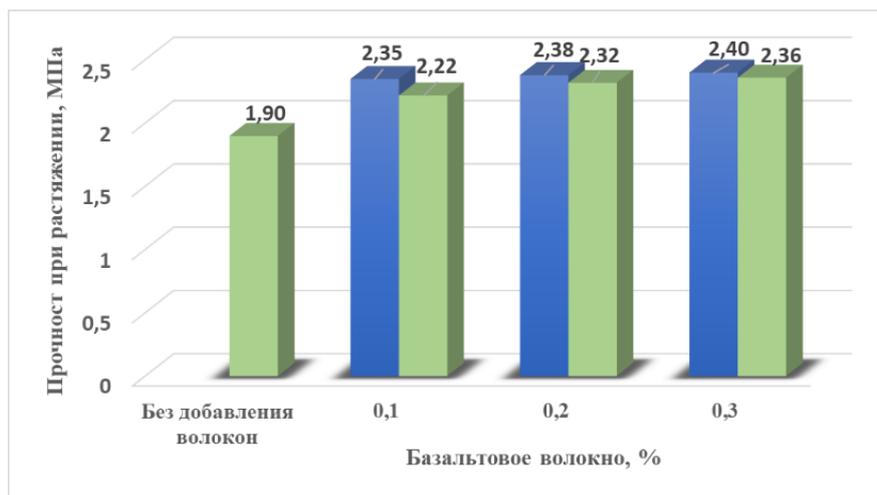


Рис.4. График прочностных показателей образцов при растяжении

При дисперсном армировании использованы базальтовые волокна плотностью 2650 кг/м^3 , диаметром волокон 17 мкм , длиной волокон 10 и 30 мм , производимые на СП «Мега Invest Industrial» в Джизакской области.

Нагрузка на балку создавалась с помощью гидравлического пресса марки ОКС-1671М, максимальная нагрузка 400 кН (рис. 5).

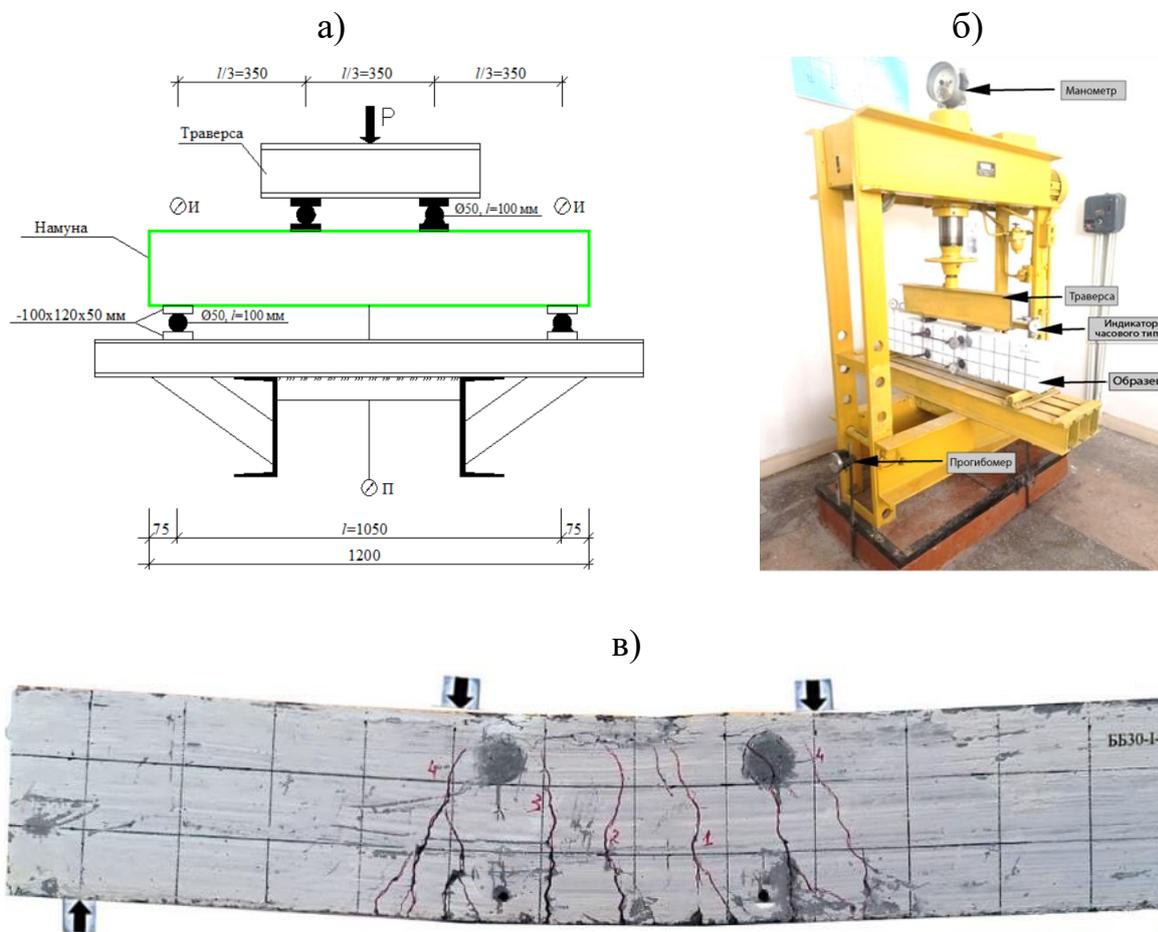


Рис.5. Процесс испытания фибробетонной балки: а) схема нагружения; б) процесс нагружения; в) вид фибробетонной балки после испытаний

Балки были испытаны при равномерной нагрузке. Нагрузку не более 5% от расчетной разрушающей силы до образования трещин, испытывали при нагрузке не более 10% после образования трещин. Интервал между этапами составлял $10-15$ минут. В это время фиксировались показания всех измерительных приборов, определялось появление новых трещин и развитие существующих трещин, ширина раскрытия. При этом также определялась величина достигнутой нагрузки. Когда величина приложенной нагрузки достигала порядка $85-90 \%$ разрывной нагрузки, средства измерений снимались, а затем образец нагружался до разрушения, контролировался характер его разрушения и получены результаты.

В четвертой главе диссертации под названием «**Напряженно-деформированное состояние и результаты теоретических расчетов прочности фиброжелезобетонных балок, дисперсно-армированных базальтовыми волокнами, в условиях поперечного изгиба**» представлены

результаты экспериментальных исследований по испытанию на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых балок.

По результатам эксперимента установлено, что времена наступления моментов трещинообразования в фибробетонных балках с добавлением базальтовых волокон отличаются от таковых в обычных балках.

Значения изгибающих моментов при образовании вертикальных трещин в балках без добавки базальтовых волокон, т. е. в балках схемы I серии, составили 3,24-3,50 кН·м. В балках-образцах II серии, т. е. в балках, изготовленных с добавкой 0,1 % базальтовых волокон, значения момента трещинообразования составило 4,70-4,90 кН·м (рис. 6).

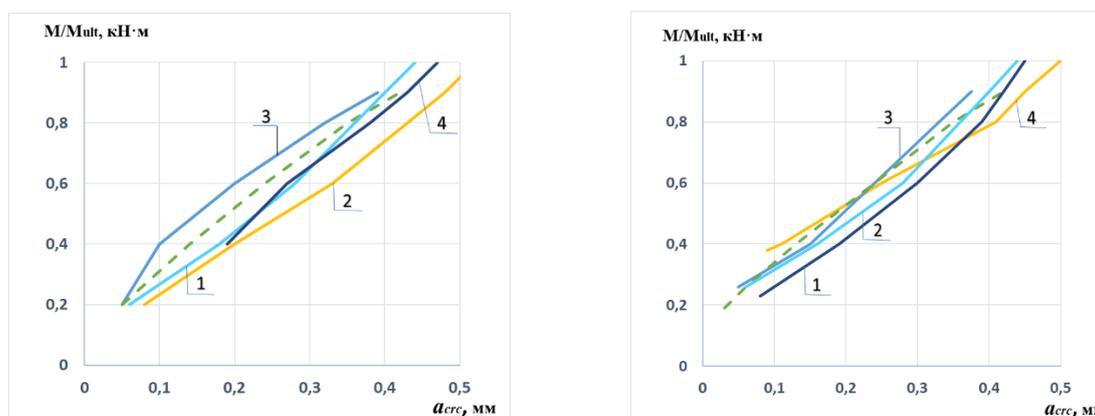


Рис. 6. Ширина раскрытия нормальных трещин в балках I и II- серии образцов: 1, 2, 3, 4- порядковые номера трещин
 ————— —опытные; - - - - - —теоретические

Трещинообразующий момент был на 40-45% выше, чем у балок из обычного бетона.

В железобетонных и фиброжелезобетонных балках продольные деформации при сжатии и растяжении определены с помощью переносной мессуры базой 30 см, установленных в зоне чистого изгиба.

Увеличение значения продольных деформаций при сжатии и растяжении в начальных нагружениях имеют прямолинейный характер.

Для I серии образцов железобетонных балок, при достижении действующей силы 30 кН, значения деформаций при растяжении бетона составили $\epsilon_{fb}=(32-45)\cdot 10^{-5}$, а при сжатии $\epsilon_{fbt}=(17-23)\cdot 10^{-5}$.

Для II серии образцов фиброжелезобетонных балок при достижении действующей силы 30 кН значения деформации при растяжении бетона составили $\epsilon_{fb}=(12-20)\cdot 10^{-5}$, а при сжатии $\epsilon_{fbt}=(8-12)\cdot 10^{-5}$ (рис.7).

При достижении нагрузки F_{ult} (0,8-0,9) значения бетона при растяжении составили $\epsilon_{fb}=(150-160)\cdot 10^{-5}$, а значения деформации при сжатии $\epsilon_{fbt}=(47-50)\cdot 10^{-5}$. Для II серии образцов значения показателей деформации составили соответственно $\epsilon_{fb}=(130-145)\cdot 10^{-5}$ и $\epsilon_{fbt}=(28-45)\cdot 10^{-5}$.

Для III серии образцов фиброжелезобетонных балок при достижении разрушающей силы F_{ult} (0,2-0,3) значения деформации бетона при растяжении составили $\epsilon_{fb}=(13-28)\cdot 10^{-5}$, а при сжатии $\epsilon_{fbt}=(8-14)\cdot 10^{-5}$.

Для IV серии образцов фиброжелезобетонных балок аналогичные показатели составили соответственно $\varepsilon_{fb}=(14-20)\cdot 10^{-5}$ и $\varepsilon_{fbt}=(10-17)\cdot 10^{-5}$.

При приближении нагрузки до разрушающей силы, для III серии образцов, значения деформации бетона при растяжении составили $\varepsilon_{fb}=(130-140)\cdot 10^{-5}$, а при сжатии $\varepsilon_{fbt}=(28-32)\cdot 10^{-5}$. Для IV серии показатели составили соответственно $\varepsilon_{fb}=(115-132)\cdot 10^{-5}$ и $\varepsilon_{fbt}=(31-35)\cdot 10^{-5}$.

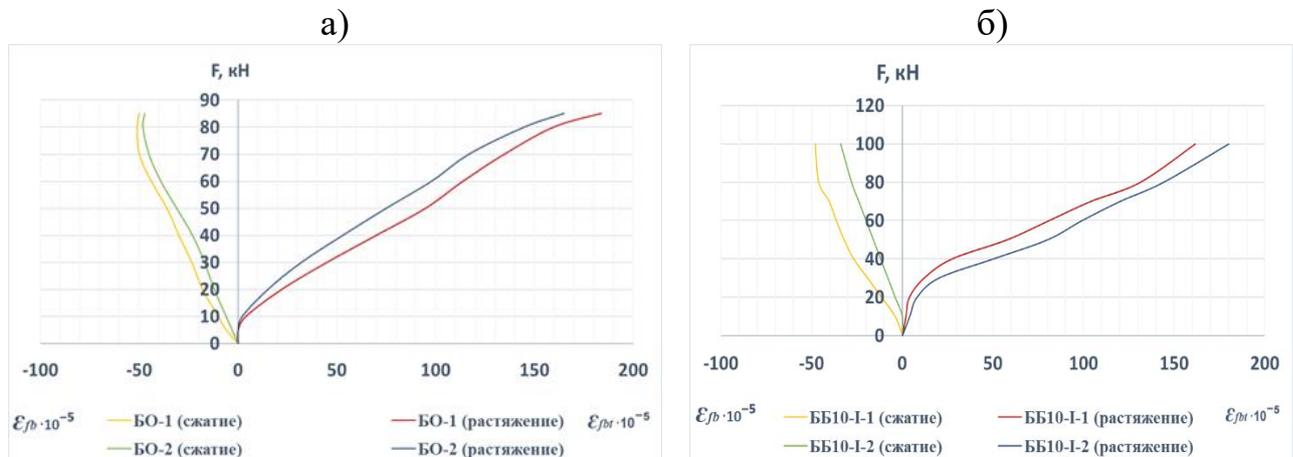


Рис. 7. Графики относительной деформации бетона в образцах при сжатии и растяжении: а) в железобетонных балках; б) в фиброжелезобетонных балках

Значения теоретических и экспериментальных прогибов балки из дисперсно-армированного фиброжелезобетона и обычного железобетона показаны на рис.8. Результаты сопоставления теоретических и экспериментальных значений прогибов железобетонных и фиброжелезобетонных балок показывают, что они хорошо согласуются на 90-95%. Прогибы балок не превышают своих предельных значений, указанных в нормах.

По результатам теоретических расчетов несущая способность железобетонных балок без базальтовых волокон составляет $M_{ult}^x=13,56$ кН·м, а в железобетонных балках дисперсно-армированных с базальтовыми волокнами 0,1% от объема балки составляет соответственно 15,29 кН·м. При этом несущая способность фиброжелезобетонных балок увеличивается на 12,8% по сравнению с обычными железобетонными балками.

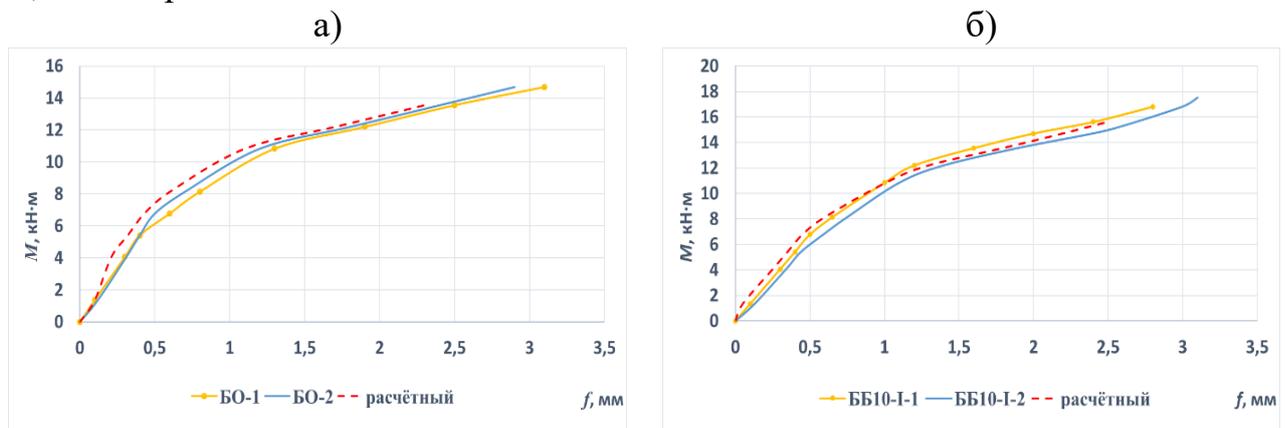


Рис.8. Графики зависимости прогибов от изгибающих моментов балки: а) в железобетонных балках; б) в фиброжелезобетонных балках

Несущая способность фиброжелезобетонных балок армированных базальтовыми волокнами длиной 10 мм и количеством 0,2 и 0,3% от объема конструкции составила соответственно 15,41 кН·м и 15,18 кН·м.

Несущая способность фиброжелезобетонных балок количеством базальтовых волокон 0,1% и длиной волокон 30 мм составила 15,27 кН·м, а при количестве базальтовых волокон 0,2% несущая способность балок составила 15,56 кН·м, а при 0,3% базальтовых волокон несущая способность фиброжелезобетонных балок составила 14,98 кН·м. При этом несущая способность фиброжелезобетонных балок армированных базальтовыми волокнами увеличивается на 10,53-14,79% по сравнению с балками из обычного железобетона.

В пятой главе диссертационной работы под названием **«Моделирование фиброжелезобетонных балок методом конечных элементов и экономическая эффективность»** с помощью программного обеспечения ABAQUS исследована прочность и напряженно-деформированное состояние железобетонных и фиброжелезобетонных балок и определена экономическая эффективность.

Исследование напряженно-деформированного состояния и прочности конструкции методом конечных элементов с использованием современных программных систем широко используется в мировой практике. Преимущество изучения конструкций численными методами заключается в следующем:

- 1) возможность изменения исходных данных о конструкции (геометрические размеры, свойства материалов и т.д.);
- 2) создание возможностей изучения и исследования множества вариантов образцов при минимальных затратах времени;
- 3) возможности моделирования конструкций высокой точности с учетом различных условий работы, которое приближается к реальному состоянию (актуальность заключается в том случае, когда испытания конструкций в лабораторных условиях невозможны);
- 4) возможности получения необходимых данных при любой стадии расчета (напряженно-деформированного состояния, прогиб, предельные значения изгибающего момента и т.д.).

В процессе изучения численными методами были смоделированы испытательные образцы из железобетонных и фиброжелезобетонных балок. С помощью лабораторных испытаний определены механические свойства арматуры, бетона и фибробетона и использованы для исходных данных в программе ABAQUS. Для железобетонной балки общее количество конечных элементов составляет 24356, а для фиброжелезобетонных балок с дисперсным армированием базальтовыми волокнами это число составляет 29574.

Было исследовано напряженно-деформированное состояние, прочность, образование и раскрытие трещин железобетонных и фиброжелезобетонных балок с учетом нелинейных деформаций материалов. Образование и раскрытие трещин железобетонных и фиброжелезобетонных балок приведены на рисунках 9 и 10.

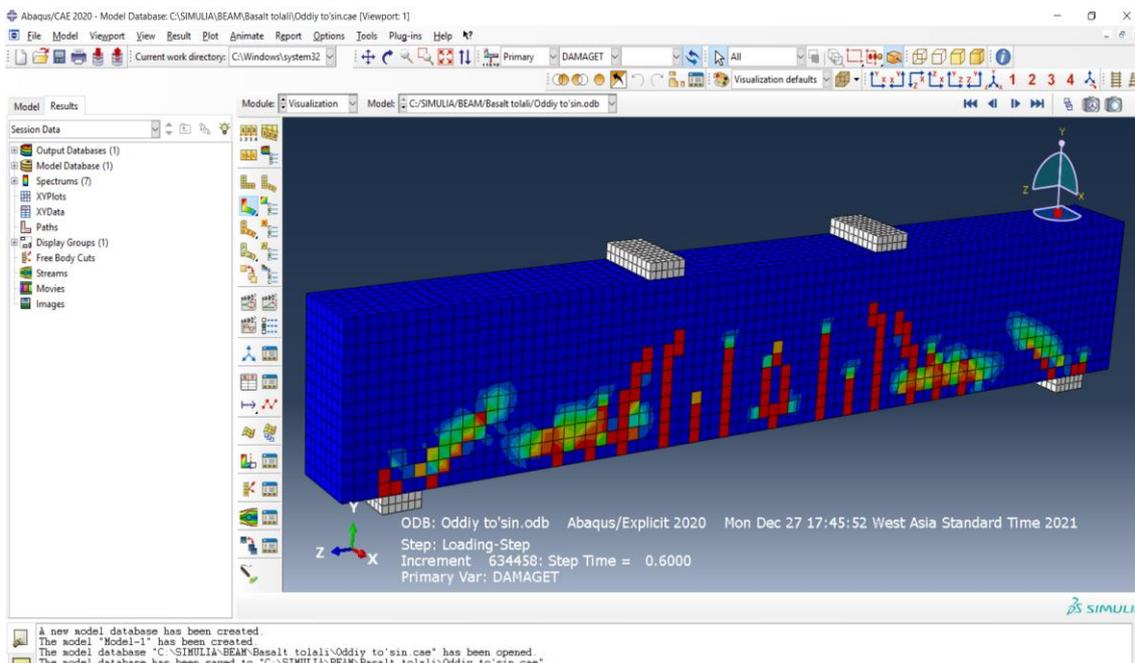


Рис.9. Общий вид образования трещин в железобетонных балках

По результатам определения с помощью программного обеспечения ABAQUS установлено, что моменты образования трещин фиброжелезобетонных балок отличаются от обычных железобетонных балок. В железобетонных балках I серии, то есть без базальтовых волокон момент образования трещин составляет $M_{cr} = 2,7 \text{ кН}\cdot\text{м}$. В железобетонных балках II серии, то есть с дисперсным армированием 0,1% от объема балки момент образования трещин составляет $M_{cr} = 3,8 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Момент образования трещин в фиброжелезобетонных балках увеличивается на 40% по сравнению с обычными железобетонными балками.

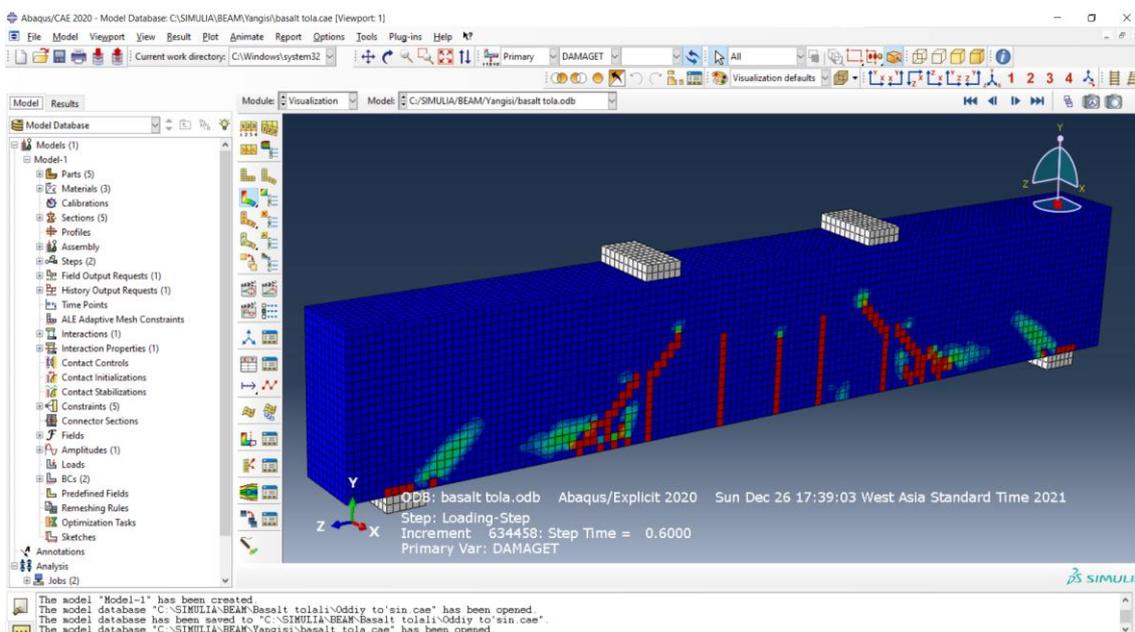


Рис.10. Общий вид образования трещин в фиброжелезобетонных балках с дисперсным армированием

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили изучить фиброжелезобетонные балки под нагрузкой при плоском

изгибе. Основными параметрами сравнения несущей способности образцов железобетонных балок при плоском изгибе являются предельные значения изгибающих моментов. Значения предельных изгибающих моментов, определенные путем испытаний лабораторных образцов, численного моделирования и предложенной методики расчета, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значение предельных значений изгибающих моментов определенных по результатам теоретических и экспериментальных исследований

Серия	№	Шифры балок	Предельное значение изгибающих моментов, определенных по результатам экспериментов M_{ult}^T , кН·м	Предельные значения изгибающих моментов по программе АВАQUS M_{ult}^c , кН·м	Теоретические значения предельных изгибающих моментов M_{ult}^x , кН·м
1.	1	БО-1	14,70	12,41	13,56
	2	БО-2	13,90		
2.	3	ББ10-I-1	17,50	15,07	15,29
	4	ББ10-I-2	16,80		
3.	5	ББ10-II-1	15,80	15,20	15,41
	6	ББ10-II-2	16,74		
4.	7	ББ10-III-1	15,40	14,98	15,18
	8	ББ10-III-2	16,90		
5.	9	ББ30-I-1	16,30	14,56	15,27
	10	ББ30-I-2	17,20		
6.	11	ББ30-II-1	15,80	14,23	15,56
	12	ББ30-II-2	16,10		
7.	13	ББ30-III-1	15,80	14,10	14,98
	14	ББ30-III-2	14,60		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экспериментальными исследованиями установлены оптимальные размеры и количество базальтового волокна для дисперсного армирования фибробетона. Результаты исследований показали, что дисперсное армирование бетона базальтовыми волокнами длиной 5; 10; 15; 20; 30 мм и количеством 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3% приводит к повышению прочности бетона на сжатие 10÷20%.

2. Проведённые исследования показали, что прочность на растяжение дисперсно - армированного фибробетона на 15÷25% выше по сравнению с бетоном без дисперсного армирования. Видно, что добавление фибры приводит к усилению бетонных конструкций.

3. Проведенные экспериментальные исследования железобетонных балок из фибробетона, во всех стадиях напряженно-деформированного состояния способствовали получению новых комплексных научных результатов об их прочности и напряженно-деформированному состоянию. В

том числе, при сравнении их с обычными железобетонными балками без дисперсного армирования увеличивается их несущая способность, а также трещиностойкость и жесткость.

4. Проведенные исследования показали, что дисперсное армирование бетона базальтовыми волокнами в пределах 0,1÷0,3% дает возможность эффективного использования стальной арматуры. Также установлено, что несущая способность поперечно-изгибаемых фиброжелобетонных балок увеличивается на 10÷19 %.

5. Результаты теоретических исследований показали, что несущая способность дисперсно-армированных фибробетонных балок с дисперсией базальтовых волокон увеличилась на 10÷15 % по сравнению с несущей способностью обычных балок. Это указывает на эффективность дисперсного армирования.

6. По результатам теоретических и экспериментальных исследований установлено, что трещиностойкость фиброжелобетонных балок, дисперсно-армированных базальтовыми волокнами, увеличивается на 40÷45 % по сравнению с трещиностойкостью обычных балок. Это свидетельствует о повышении несущей способности железобетонных конструкций и служит обеспечению их надежности.

7. Исследования в программе ABAQUS позволили определить напряженно-деформированное состояние плоских поперечно-изгибаемых балок на каждой стадии нагружения и несущая способность балки из фиброжелобетона увеличилась на 10÷15 % по сравнению с обычными балками. Это показывает, что результаты экспериментальных исследований подтверждаются и теоретически.

8. Использование базальтовой фибры при приготовлении бетона позволило снизить расход цемента на 10÷15 %. Анализ экономической эффективности выявил, что ожидаемый экономический эффект от применения базальтовой фибры при производстве железобетонных конструкций на заводе «Бунёдор-3» составляет 22 914 сум на 1 м³ бетона. При производстве заводом 80 м³ бетона в сутки ожидаемый экономический эффект от применения исследуемых базальтовых волокон составляет 40 328 640 сум в месяц и 483 950 000 сум в год.

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

NAMANGAN ENGINEERING CONSTRUCTION INSTITUTE

MARTAZAYEV ABDURASUL SHUKIRILLAYEVICH

**STRENGTH AND STRESS-STRAIN STATE OF DISPERSED
REINFORCED BASALT FIBER REINFORCED CONCRETE BEAMS
UNDER TRANSVERSE BENDING**

05.09.01 - Building structures, buildings and structures

**DISSERTATION ABSTRACT
of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences**

Namangan -2022

The theme of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan № B2022.1.PhD/T2722.

The dissertation was conducted at the Namangan Engineering Construction Institute
The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) it is web pages at (www.taqi.uz) and information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:	Razzakov Sobirjon Juraevich Doctor of Technical Sciences, professor
Official opponents:	Shaumarov Said Sanatovich Doctor of technical sciences, professor Holmirzaev Sattor Abdujabborovich Candidate of technical sciences, docent
Leading organization:	Jizzakh Polytechnic Institute

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

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number №79). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 244-63-30; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation was circulated on «07» July 2022 year.
(mailing report № 20 on «31» 05 2022).



[Handwritten signature]

X.A. Akramov
Chairman of the Scientific Council for the award
of degrees of Doctor of technical Sciences, Doctor of technical Sciences, Professor

[Handwritten signature]

A.T. Xotamov
Secretary of the Scientific Council for the award
of degrees of Doctor of technical Sciences, Docent

[Handwritten signature]

B.A. Askarov
Chairman of the seminar at the attachment to the Scientific Council
for the award the degree of Doctor of technical Science,
Doctor of technical Science, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research is to increase the strength of transverse bendable reinforced concrete structures by dispersed reinforcement with basalt fibers.

The tasks of research are:

dispersed reinforcement of transversely bent beam structures with basalt fibers;
determination of the optimal number and length of basalt fibers for fiber-reinforced concrete;

determination of compressive strength $R_{fb,n}$ and residual tensile strengths $R_{fbt2,n}$, $R_{fbt3,n}$ of dispersed reinforced fiber-reinforced concrete structures by experimental methods;

determination of the stress-strain state and strength of transversely bending, dispersed reinforced with basalt fibers, fiber-reinforced concrete beams;

study of the formation and growth of normal cracks in fiber-reinforced concrete beam structures dispersed reinforced with basalt fibers by an experimental method in laboratory conditions;

development of a computer calculation program based on a theoretical and experimental method for bending fiber-reinforced concrete beams dispersed reinforced with basalt fibers.

The object of research is bent reinforced concrete beam structures of buildings and structures.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

the optimal amount (0.1 - 0.3%) and length (5-30 mm) of basalt fiber for fiber-reinforced concrete beam structures were determined using experimental studies;

The compressive strength $R_{fb,n}$ and residual tensile strength $R_{fbt2,n}$, $R_{fbt3,n}$ of fibrous concrete dispersed with local basalt fibers were determined by experimental tests and concrete of class B25 is closer to class B30 in terms of strength when reinforced with dispersing was determined;

the stress-strain state and strength of beams reinforced with fiber reinforced concrete with local basalt fibers were determined using a specially prepared stand, which imparts a vertical load with a force of 40 tons and it is justified to increase the strength of the beams by 10–19% compared to conventional beams without basalt fibers based on reliable experimental tests;

the stress-strain state, strength, normal cracking of fiber-reinforced concrete beam structures reinforced with basalt fibers were determined using the fined element method in the ABAQUS software, taking into account the nonlinear deformation of materials and new practical calculation programs were designed.

The outline of the dissertation.

1. Basalt fibers of length 5; 10; 15; 20 and 30 mm were dispersed reinforced into the composition of concrete in an amount of 0.1; 0.15; 0.2; 0.25; 0.5 % to determine the optimum amount of basalt fiber for fiber concrete. The results obtained have shown that the addition of basalt fiber in an amount of 0.1; 0.15; 0.2; 0.25; 0.3% increased the compressive strength of concrete by an average of 10÷20%.

2. The test determined that the tensile strength of dispersed reinforced fiber-reinforced concrete is 15÷25% higher compared to concrete without basalt fiber. It can be seen that the addition of fiber leads to a strengthening of concrete structures.

3. In the experimental studies of samples-beams, new information was obtained about the nature of the stress-strain state and the strength of a normal cut of uniformly bending fiber-reinforced concrete beams. When comparing fiber-reinforced concrete beams reinforced with basalt fibers with conventional reinforced concrete beams, they showed improvements in strength, load-bearing capacity, crack resistance, and stiffness.

4. The studies have shown that dispersed reinforcement of concrete with basalt fibers in the range of 0,1÷0,3% gives an opportunity of effective use of steel reinforcement. It was also found that the load-carrying capacity of cross-bent fiber reinforced concrete beams increases by 10÷19%.

5. The results of theoretical studies showed that the bearing capacity of dispersed-reinforced fiber-reinforced concrete beams with a dispersion of basalt fibers increased by 10–15% compared to the bearing capacity of ordinary beams. This indicates the effectiveness of dispersed reinforcement.

6. According to the results of theoretical and experimental studies, it has been established that the crack resistance of fiber reinforced concrete beams reinforced with dispersed basalt fibers increases by 40÷45 % in comparison with the crack resistance of conventional beams. This indicates an increase in the carrying capacity of reinforced concrete structures and serves to ensure their reliability.

7. Studies carried out in the ABAQUS software allowed determining the stress-strain state of uniformly bending fiber-reinforced concrete beams for each stage, and an increase in the load-bearing capacity of fiber-reinforced concrete beams by 10÷15% was observed, compared to conventional beams. This shows that the results of experimental studies are also confirmed theoretically.

8. The addition of basalt fibers to concrete made it possible to reduce the consumption of cement by 10÷15%. Analysis of economic efficiency, in the conditions of the plant LLC “Bunyodkor-3” in the production of reinforced concrete structures reinforced with basalt fibers, the expected economic effect was 22 914 sum for 1 m³ of concrete. With a daily production of concrete at the plant in the amount of 80 m³, when using the studied basalt fibers, the expected economic effect in a month will be 40 328 640 sum, and 483 900 000 sum per year.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., “Mechanical properties of basalt fiber concrete” // ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Monthly, Peer-Reviewed, Refereed, Indexed Journal (№8) Scientific Journal Impact Factor: 6.646, Volume – 8, Issue – 9, - 2021.(05.00.00; №8).
2. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш. “Фибротемирбетон элементларининг кучланганлик-деформацияланувчанлик ҳолатларини тадқиқ қилиш” // ФарПИ Илмий техник журнал. Фарғона – 2021. Том 25. №1. Б. 106-111. (05.00.00; №20).
3. Хусаинов М.А., Мартазаев А.Ш. “Фибробетонда толанинг оптимал таркибини аниқлаш” // ФарПИ Илмий техник журнал. Фарғона – 2021. Том 25. №1. Б. 127-131. (05.00.00; №20).
4. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш., Жўраева А.С., Ахмедов А.Р. “Базальт толалари билан дисперс арматураланган фибробетоннинг иқтисодий самарадорлиги” // ФарПИ Илмий техник журнал. Фарғона – 2022. Том 26. №1. Б. 206-209. (05.00.00; №20).

II-бўлим (II часть; II part)

5. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш. “Базальт толали фибробетонни механик хусусиятларини экспериментал тадқиқ қилиш”. // “Замонавий архитектура, бинолар ва иншоотларнинг мустаҳкамлиги, ишончилиги ва сейсмик хавфсизлик муаммолари”, Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 6-8 май, б.-23-25.
6. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш., Жўраева А.С. “Дисперсли арматуралаш”. // “Замонавий архитектура, бинолар ва иншоотларнинг мустаҳкамлиги, ишончилиги ва сейсмик хавфсизлик муаммолари”, Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 6-8 май, б.-37-39.
7. Хусаинов М.А., Мартазаев А.Ш., Эгамбердиев И.Х., Мақсуд ўғли Б. “Базальт ва шиша толаларини бетон мустаҳкамлигига таъсири”. // “Замонавий архитектура, бинолар ва иншоотларнинг мустаҳкамлиги, ишончилиги ва сейсмик хавфсизлик муаммолари”, Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 6-8 май, б.-55-57.
8. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш., Ахмедов А.Р. “Базальт толалар ва дисперс арматуралаш”. // “Қурилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ва сейсмик хавфсизлиги”, Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 11-13 ноябрь, б.-554-557.
9. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш., Жўраева А.С. “Полипропилен толалар ва уларни дисперс арматуралашда қўллаш”. // “Қурилишда

- инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ва сейсмик хавфсизлиги”, Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 11-13 ноябрь, б.-550-552.
10. Хусайнов М.А., Мартазаев А.Ш., Хамидов Х. “Фибробетон мустаҳкамлигига таъсир этувчи омиллар аҳамиятини дисперс таҳлил ёрдамида баҳолаш”. // “Қурилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ва сейсмик хавфсизлиги”, Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 11-13 ноябрь, б.-310-314.
 11. Раззақов С.Ж., Мартазаев А.Ш., Холбоев З.Х. “Фибротемирбетон тўсинларни чекли элементлар усули ёрдамида сонли моделлаштириш”. // “Қурилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг конструкциявий ва сейсмик хавфсизлиги”, Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами, Наманган- 2021, 11-13 ноябрь, б.-644-647.
 12. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., “The Effect of the Length and Amount of Basalt Fibre on the Properties of Concrete” // ISSN: 0011-9342 Design Engineering. Issue 8, 11076 – 11084, Canada – 2021. SCOPUS
 13. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., “Calculation of Basalt Fiber Reinforced Concrete Beams for Strength” // ISSN: 2643-9875, International journal of multidisciplinary research and analysis. DOI: <https://doi.org/10.47191/ijmra/v5-i4-06>, Impact Factor: 6.072, Volume 05, Issue 04, April 2022, Pages: 782-787, №03 – pp. (№35 CrossRef).
 14. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., “Stress-Strain State of Fiber Reinforced Concrete Beams” // ISSN: 2409-0085, Theoretical & Applied Sciences. Impact factor: SJIF 7.184, Volume -108, Issue –04, - 2022, Pages:187-192, №03 – pp. (№35 CrossRef).
 15. Martazayev A.Sh., Jurayeva A.S. “The Formation and Development of Cracks in Basalt Fiber Reinforced Concrete Beams” // ISSN: 2660-5317, Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/7JC8Z>, Impact Factor: 8.1, Volume –03, Issue 04, -2022, Pages:31-37, №03 – pp. (№40 Research gate).
 16. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., “Calculation of Strength of Fiber Reinforced Concrete Beams Using Abaqus Software” // ISSN: 2788-0303, The Peerian, Impact Factor: 7.425, Volume –5, -2022, Pages:20-26, №03 – pp. (№16 Directory Indexing of International Research Journals-CiteFactor).
 17. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh. “Bazalt tolalari bilan dispers armaturalangan egiluvchi fibrotmirbeton to’sinlarni mustahkamlikka hisoblash dasturi”. // EHM dasturi uchun mualliflik guvohnomasi O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi DGU 14523 Тошкент.
 18. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh. “Fibrotmirbeton tosinning yuk ko’tarish qobiliyatini hisoblash dasturi”. // EHM dasturi uchun mualliflik

guvohnomasi O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi DGU 14760 Тошкент.

19. Razzakov S.J., Martazayev A.Sh., Jurayeva A.S. “Dispers armaturalangan fibrobetonning cho‘zilishdagi mustahkamligini hisoblash dasturi”. // EHM dasturi uchun mualliflik guvohnomasi O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi DGU 15548 Тошкент.

Автореферат «Архитектура. Қурилиш. Дизайн»
илмий-амалий журнал таҳририятидан ўтказилди ва
матнларнинг мослиги текширилди

Бичими 60x84 ¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times new Roman.
Шартли босма табағи 2,8. Адади: 100. Буюртма: №10
“Зарҳал” босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 160612, Наманган ш., Порлоқ кўчаси, 2-уй.

