

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

АХМАДИЁРОВ УЛУҒБЕК СОЛИЖОНОВИЧ

**АЙЛАНА ШАКЛИДАГИ МАРКАЗИ ОЧИҚ БЎЛГАН ИККИ ТАСМАЛИ
ОЛДИНДАН ЗЎРИҚТИРИЛГАН ОСМА ЁПМАЛАР**

05.09.01–Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Тошкент–2019

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

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

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

Ахмадиёров Улуғбек Солижонович

Айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриктирилган
осма ёпмалар 3

Ахмадиёров Улуғбек Солижонович

Двухпоясные круглые предварительно-напряженные висячие покрытия с
центральной проемам 21

Ahmadiyorov Ulug'bek Solijonovich

Two-belt round prestressed hanging surfaces with central intro 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 43

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

АХМАДИЁРОВ УЛУҒБЕК СОЛИЖОНОВИЧ

**АЙЛАНА ШАКЛИДАГИ МАРКАЗИ ОЧИҚ БЎЛГАН ИККИ ТАСМАЛИ
ОЛДИНДАН ЗЎРИҚТИРИЛГАН ОСМА ЁПМАЛАР**

05.09.01–Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар

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

Тошкент–2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.PhD/T823 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Раззоқов Сайидмахсуд Рахмонович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Ходжаев Аббос Агзамович
техника фанлари доктори, профессор

Бердиев Облақул Бобоқулович
техника фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

«O'zog'irsanoatloyiha» АЖ

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти, Тошкент темир йўл муҳандислари институти, Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ва Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «б» март соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7В-уй. Тел.: (998 71) 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.)

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№18 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 13-уй. Тел.: (998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.)

Диссертация автореферати 2019 йил «20» феврал куни тарқатилди.
(2019 йил «1» февралдаги 3 - рақамли реестр баённомаси.)

Х. А. Акрамов

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

Х. Х. Камиллов

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

А. А. Ходжаев

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

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда бино ва иншоотлар қурилиши соҳасида маълум ютуқларга эришилган бўлиб, уларда ноёб объектларни, катта оралиқли бино ва иншоотларни устунсиз ёпиш, лойиҳалаш ҳамда ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш, янги конструктив ечимларни ишлаб чиқиш ва қурилиш технологияларини такомиллаштиришга катта эътибор қаратилмоқда. Ривожланган давлатларда, жумладан АҚШ, Германия, Хитой, Россия каби давлатларнинг қурилиш амалиётида ангарлар, спорт мажмуалари, кўприклар ва йўл ўтказгичлари қурилишида, катта оралиқли ноёб объектларни барпо этишда, қурилиш конструкцияларини моделлаштириш ва уларни симметрик ва бир томонлама юклар таъсирига ҳисоблашнинг муҳандислик усулларини такомиллаштириш ва конструктив ечимларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда катта оралиқли ноёб объектларни барпо этишда, лойиҳалаш ва ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш, уларнинг илмий асосларини яратиш бўйича кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу соҳада, жумладан катта оралиқли бино ва иншоотларни устунсиз ёпишда, осма ёпмалар ичида энг ишончли ҳисобланган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар, технологик жиҳатдан йиғиш ва барпо этиш қулай бўлган олдиндан зўриқтирилган конструкцияларнинг таянч контурларини деформацияланишини ҳисобга олган ҳолда лойиҳалаш ҳамда муҳандислик ҳисоблаш усулларини илмий асослаш ва такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этади. Шу билан бирга айлана шаклидаги маркази очиқ бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг янги конструктив ечимларини яратиш зарурий эҳтиёжлардан ҳисобланмоқда.

Республикада турар-жой, жамоат ва саноат биноларини қуриш, мавжудларини реконструкция қилиш ҳамда йўл-транспорт воситаларини қулай ҳаракатланишлари учун кўприклар ва йўл ўтказгичларни барпо этиш ишлари жадал амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...қурилиш, йўл-транспорт, муҳандислик коммуникация ва ижтимоий инфратузилмаларни ривожлантириш ҳамда модернизация қилиш бўйича мақсадли дастурлар амалга ошириш,...»¹ вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, жумладан айлана шаклидаги маркази очиқ бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар, катта оралиқли ноёб бино ва иншоотларни лойиҳалаш ҳамда барпо этишда, таянч контури деформациясини ҳисобга олган ҳолда симметрик ва бир томонлама юкланишларга ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш, янги конструктив ечимларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги ПФ-4947-сон Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 8 августдаги ПҚ-3182-сон «Худудларнинг жадал ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришни таъминлашга доир устувор чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарори, 2011 йил 15 ноябрдаги ПҚ-1641-сон «Фарғона шаҳрининг бош режасини амалга ошириш, 2012-2015 йилларга мўлжалланган ижтимоий ва транспорт-коммунал инфратузилмаси объектларини қуриш ва реконструкция қилиш чоралари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги вақтда катта оралиқли ноёб бино ва иншоотлар ёпмаларини лойиҳалаш ҳамда ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш муаммолари билан жаҳоннинг етакчи илмий марказлари тадқиқотчилари ва олий таълим муассасалари илмий ходимлари, жумладан: Bankin W.J., Byrd P., Friedman M., Melan J., Шнирх Б., Шухов В.Г., Яверт Д., Вахуркин В.М., Попов Г.Д., Отто Ф., Людков И.Г., Иванов М.А., Трофимов В.И., Людковский И.Г., Микулин В.Б. ва бошқаларнинг ишлари кўриб чиқилган. Рус олими В.Г. Шуховнинг осма ёпмаларни кўллаб, кўргазмалар павильони курганлиги ўзининг ҳақиқий баҳосини топмаган. Фақатгина АҚШдаги «Релей Арена» биноси қурилганидан кейингина қисман кўлланила бошланди.

Осма ёпмаларнинг ҳисоблаш назарияси биринчи бўлиб Навье томонидан таклиф этилган бўлиб, 1823 йилда у вертикал юқлар остида чўзилмайдиган эгрилик тенгламасини ечди. Ушбу назарияни XIX асрнинг иккинчи ярмида W.J. Bankin, P. Byrd, S. Kawamura, J. Melan ва бошқалар томонидан ривожлантирилди. Кейинги даврларда осма ёпмалар мавзусига оид назарий нашрлар ичида Ф. Отто, З. Сobotки, В.Н. Шимановский, И.Л. Корчинский, А.В. Касилов, Н.Н. Кирсаноа, А.А. Гриль, В.В. Леденёв, С.В. Плотникова ва бошқаларнинг ишлари диққатга сазовордир.

Ўзбекистон ҳудудида катта оралиқли бино ва иншоотларни лойиҳалаш ва ҳисоблаш бўйича кўплаб мутахассислар илмий тадқиқот ишларини олиб борганлар. Абдурашидов Қ.С., Рузиев Қ.И., Раззоқов С.Р., Мамажонов Р.К., Аскарлов Б.А., Раззоқов С.Ж., Низомов Ш.Р., Турсунов С., Қамбаров Д.С., Матниёзов Б.И., Бердиев О.Б., Юсуфходжаев С.А. ва бошқалар томонидан катта оралиқли фазовий ёпмаларини лойиҳалаш ва ҳисоблаш усуллари сезиларли даражада ривожлантирилган бўлсада, ҳали ечимини кутаётган кўплаб масала ва муаммолар мавжуд. Шу жумладан айлана шаклидаги маркази очиқ бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №ИТД-16-023 «Совершенствование современного сейсмостойкого строительства большепролетных пространственных конструкций зданий и уникальных сооружений» (2009-2011), №ИТД-14-12 «Разработка уникальных сейсмостойких зданий и сооружений с применением эффективных большепролетных пространственных и оболочных конструкций» (2012-2014) лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади айлана шаклидаги йирик марказий ҳалқага эга икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг таянч контури деформацияси эътиборга олинган симметрик ва бир томонлама юкланиш ҳолатидаги муҳандислик ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш, янги конструктив ечимларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

таянч контури деформацияси ҳисобга олинган айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни симметрик ва бир томонлама юклар таъсирида марказдаги очикликни эътиборга олиб ҳисоблашнинг муҳандислик усулларини такомиллаштириш;

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпма моделини яратиш, осма ёпмаларни физик моделлаштириш асосида модели учун экспериментал тадқиқот усулини ишлаб чиқиш;

таянч ҳалқаси деформациясини ҳисобга олган ҳолда айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни тадқиқ қилиш;

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмани компьютер дастури асосида ҳисоблашнинг блок схемасини ишлаб чиқиш;

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпманинг янги конструктив ечимини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида айлана шаклидаги катта ораликли йирик марказий ҳалқага эга икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар олинган.

Тадқиқотнинг предмети осма ёпманинг симметрик ва бир томонлама юклар таъсирида ички, ташқи ҳалқалари ҳамда вантларидаги кучланиш-деформацияланиш ҳолатларини ўзгариш қонуниятларини аниқлаш таҳлил қилиш жараёнлари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида физик моделлаштириш усули асосида осма ёпмалар ва уларнинг элементларини моделлаштириш, моделларнинг таянч контури деформациясини ҳисобга олган ҳолда симметрик ва бир томонлама статик юклар таъсирига синаш, назарий тадқиқотларда юпқа деворли фазовий тизимлар механикасининг замонавий ютуқлари асосида ҳисоблаш усуллари ҳамда ҳисоблаш натижалари билан таққослаш усуллари фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпмани симметрик ва бир томонлама юклар таъсирида марказдаги очикликни ҳисобга олинган ҳолда муҳандислик ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилган;

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриктирилган чизиксиз деформацияланувчи осма ёпмаларни икки қатламли конуссимон қобик назариясига асосланган ҳолда муҳандислик ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

тажрибавий конструкцияларнинг таянч ҳалқаси деформациясини ҳисобга олган ҳолдаги физик моделлаштиришга асосланган синаш усуллари, компьютер дастури асосида ҳисоблашнинг блок схемаси ишлаб чиқилган ва кучланиш-деформация ҳолатлари симметрик ва бир томонлама юклар таъсирида аниқланган;

айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпмани мустаҳкамлиги, бикрлиги таянч ҳалқаларининг эгилувчанлигини эътиборга олган ҳолда аниқланган ва янги конструктив ечими ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

катта ораликли олдиндан зўриктирилган осма ёпмаларни тайёрлаш ва қуриш технологияси, муҳандислик ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган, конструкцияларни эксплуатацион ишини баҳолашда статик юклар таъсиридаги кучланганлик-деформацияланиш ҳолатини инобатга олиш зарурлиги асосланган;

айлана шаклидаги катта ораликли йирик марказий ҳалқага эга икки тасмали олдиндан зўриктирилган чизиксиз деформацияланувчи осма ёпмаларни аналитик усулда ҳисоблашнинг блок схемаси, самарали конструктив ечимлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тадқиқотларни замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, кўп сонли тажриба-синов натижалари, таҳлил қилинганлиги, қабул қилинган моделлар, конструкциялар ва уларнинг статик юклардаги хусусиятларини эътиборга олган ҳолда тегишли шартлар ва моделларга қўйилган масалаларни ечишда қўллаш натижасида олинганлиги ва ҳисоблаш усулининг аниқлиги, ёпма моделларини назарий ҳамда тажриба-синов натижаларининг ўзаро мос келиши ва амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти катта ораликли ноёб бино ва иншоотларни устунсиз ёпишда, конструктив ечимларни танлаш, муҳандислик ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш билан бир қаторда турли минтақалар учун тежамкор икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпмаларнинг конструктив ечимларини яратиш ва уларни ривожлантирилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти эксплуатация ҳолатдаги айлана шаклидаги икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни ҳар хил қиймат, симметрик ва бир томонлама юклар таъсирида кучланганлик-деформацияланиш ҳолатини такомиллаштирилган муҳандислик усуллари ёрдамида ҳисоблаш, шунингдек тавсия этилган конструктив ечимлар ва элементларни лойиҳалаш амалиётида қўллаш натижасида катта оралиқли бино ва иншоотларни барпо этишда вантларнинг тўла мустаҳкамлигидан унумли фойдаланилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар бўйича олинган натижалар асосида:

олдиндан зўриқтирилган вантли осма ёпмаларнинг ҳисоблаш усуллари Наманган шаҳри, Ислом Каримов кўчасидаги «Ёшлар боғи» худудида барпо этилган енгил типдаги павильонларнинг конструкцияларини ҳисоблаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2018 йил 7 сентябрдаги 3279/11-10-сон маълумотномаси). Натижада материал сарфи 20,6%га, меҳнат сарфи 31,7%га камайтириш имконини берган;

вантли осма ёпмаларнинг конструктив элементлари Фарғона шаҳри Юксалиш кўчасида жойлашган «Сув сузиш спорт саройи» мажмуасини лойиҳалаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2018 йил 7 сентябрдаги 3279/11-10-сон маълумотномаси). Натижада материал сарфини 15%га, меҳнат сарфини 22%га камайтириш имконини яратган;

олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг конструктив ечимлари Наманган шаҳри Амир Темур кўчасидаги «Кичкинтойлар боғи» худудида барпо этилган енгил типдаги павильонлар қурилишини лойиҳалаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2018 йил 7 сентябрдаги 3279/11-10-сон маълумотномаси). Натижада материал сарфини 22,4%га, меҳнат сарфини 19,6%га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари жумладан 13 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган ва маъқулланган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 29 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий натижаларини чоп этилиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 1 та хорижий ва 4 та республика журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби, кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этди.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асослангани, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг ишончилиги асосланган ва уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Икки тасмали осма тизимлари ривожланишининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида адабиётлар таҳлили ва икки тасмали осма тизимларни ҳисоблаш усуллари таҳлил қилинган.

Диссертацияда таҳлил қилинган осма ёпма тизимларнинг ривожланиш ҳолати учта босқичга бўлинади. Биринчи босқич осма ёпмалар қўлланила бошлагандан бошлаб, XIX асрнинг охиригача бўлган даврни ўз ичига олиб, ушбу даврда осма конструкциялар фақат кўприксозликда қўлланилган. Иккинчи босқич XIX-асрнинг сўнгги 10 йиллигидан бошланиб, ярим аср давом этади, ушбу даврда осма тизимлар рус муҳандиси В.Г. Шухов томонидан осма тизимларни биринчи марта ёпма учун қўлланилган. Россия ва бошқа мамлакатларда қурилган иншоотларни кўриб чиқиб, шундай хулосага келиш мумкинки, иккинчи босқичда осма тизимлар нисбатан кам қўлланилган. Учинчи босқичда осма ёпмаларга катта қизиқиш пайдо бўлганлиги, дунёнинг турли мамлакатларида осма тизимлар устида илмий-тадқиқот ишлари кенг қўламда олиб борилганлиги ва осма тизимларни турли иншоотларда кенг қўлланилгани билан характерланади.

Осма ёпмалар устида олиб борилган тадқиқотлар таҳлил натижалари умумлаштирилса, шундай хулосага келиш мумкинки, осма тизимларнинг барча турлари ичида энг мақбули икки тасмали осма тизимдир. Ушбу тизимда барқарорлаштирувчи тасма бўлиб, бошқа тизимларга солиштирилганда бир томонлама юкламаларда кам деформацияланади ҳамда вақтинчалик юкламалар таъсирида тортилиши фақат юк кўтарувчи тасмада ўсади; барқарорлаштирувчи тасмада у камаяди ва таянчдаги горизонтал зўриқишлар умумий қийматининг ўзгариши бошқа осма тизимларга нисбатан кам бўлади.

Ушбу ишда ёпманинг деформациясини камайтириш, барқарорлаштириш каби конструктив ечимларга кўра классификациялари келтирилади.

Ҳозирги кунда мавжуд бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма тизимларни ҳисоблаш усуллари таҳлил қилинади. Р.Н. Мацелинский, тортилишни аниқлаш учун қуйидаги формулани таклиф қилди:

$$H = \sqrt{\frac{\ell D}{L^2 - \ell^2}} \quad (1)$$

бу ерда: ℓ ва L – ситарқоннинг оралиғи ва узунлиги; $D = \int_0^{\ell} Q^2 dx$ – юкламанинг

характеристикаси (Р.Н. Мацелинский томонидан киритилган тушунча); Q – шундай балкадаги қиркувчи куч.

Шунингдек В.К Качурин, Э.Н.Кузнецов, Г.Э Райнус, Н.С Москалев ва бошқаларнинг ишлари таҳлил қилинган. Барча усуллар учун уларнинг хусусиятлари ва хоссалари баён қилинган. Турли геометрик сиртлар ва юкламага эга бўлган осма тизимларни конструктив ечимларини баҳоловчи мисоллар келтирилган. Ҳар хил усуллар ёрдамида аниқланган осма тизимларнинг тортилиш ва солқиликларнинг ўзгариш графиклари қўлланилган усулларнинг аниқлик даражасини баҳолаш имкониятларини яратди.

Аслида ҳар бир усулнинг муаллифи ечимга турли усуллар билан эришган бўлса ҳам бир-бирига яқин натижалар олинган. Ушбу ҳолат мавжуд усулларнинг тўғрилигидан ва аниқлик даражаси юқориликдан дарак беради. Ҳар бир усул ижобий ва салбий томонларига эга. Уларнинг ичида В.К. Качуриннинг усули аниқроқ ва Н.С. Москалевнинг усули қулайроқ бўлгани учун диссертацияда қўйилган вазифаларни ҳал қилишда фойдаланилган.

Диссертациянинг **«Таянч контури деформациясини ҳисобга олган ҳолда икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг ҳисоби»** деб номланган иккинчи бобида олдиндан зўриқтирилган ясси ва фазовий осма ёпмаларни ҳозирги кунгача яратилган усуллари таҳлили келтирилган.

Ушбу бобда икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни таянч контурининг деформациясини ва таянч яқини зонасининг конструктив хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, симметрик ва бир томонлама юклар таъсирига ҳисоблаш усули бўйича таклифлар келтирилган.

Олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни физик ва геометрик чизиқсизликлар эътиборга олинган икки қатламли қобиқ каби ҳисоблаш усули таклиф қилинган. Олдиндан зўриқтирилган осма конструкцияларнинг тортқисидаги зўриқиш кучларининг ва таянч деформациясининг ўзгариш қонуниятларни баҳолаш учун ҳисоблаш формулалари чиқарилган.

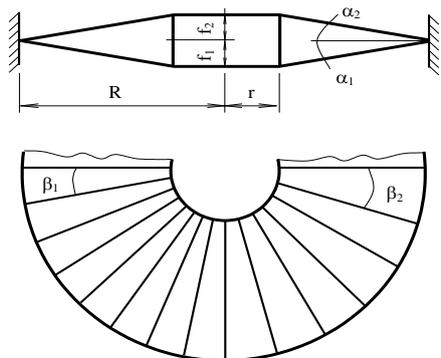
Ўтказилган тадқиқотлар асосида таянч ҳалқаси деформацияланишини ҳисобга олган ҳолда икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг ҳисоблаш усуллари ривожлантирилди.

Ясси ва фазовий олдиндан зўриқтирилган икки тасмали радиал тизимларни симметрик ва бир томонлама юкланишларга ҳисоблаш учун тенгламалар системаси чиқарилди.

Олинган тенгламалар системаси материалларининг хоссалари ўзгаришини чизиқсиз деформацияланиши ва катта оралиқли осма тизимларнинг конструктив хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг мустаҳкамлик ва деформатив хусусиятларини баҳолашга имкон беради.

Икки тасмали олдиндан зўриқтирилган фазовий ёпмаларни ички ҳалқа ёрдамида ўзаро бирлашган икки қатламли конуссимон қобиқлар тизими каби ҳисоблашнинг самарали усули тавсия қилинди.

Катта оралиқли икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма тизимлар бошланғич баландлигининг камайиши уларнинг деформацияланувчанлиги ортишига ва унинг керилишлари катта интенсивликда ўзгаришига олиб келади. Шунинг муносабати билан мазкур тизим учун бошланғич баландлик $f/l = 1/20 \dots 1/12$ оралиқда бўлишини тавсия қилиш мумкин.



1 - расм. Икки қатламли конуссимон қобикнинг ҳисоблаш схемаси

Олдиндан зўриктириш қийматининг ортиши солқиликларни ва катта оралиқли осма тизимларнинг тортқисиддаги зўриқиш кучини камайтиради, бунга эҳтиёткорлик билан ёндошиш керак, чунки олдиндан зўриктириш қийматининг ўзгариши вантларнинг кесими ортишини талаб қилади.

Икки тасмали олдиндан зўриктирилган тизимларда тенг тақсимланган ва айниқса бир томонлама тақсимланган вертикал юклар билан тасмалар биргаликда ишини таъминловчи кучларни аниқлашда таклиф қилинган усул билан бўйлама зўриқиш кучини ўзгаришини ҳисобга олиш ўринлидир.

Катта оралиқли икки тасмали текис тизимларни вертикал бир томонлама вақтинчалик юклар билан юкланганда тасмаларнинг биргаликда ишини таъминловчи кучнинг ўзгариш қонунияти вақтинчалик юкларнинг ўзгариш қонуниятига мос келади.

Осма тизимларнинг чизиксиз ишлашига қарамасдан чизикли ишлайдиган конструкцияларга хос бўлган кучлар таъсирининг мустақиллиги қонуни бизнинг тадқиқотларимиз қўлланилганда солқилик бўйича 5–25%, вантдаги зўриқиш бўйича 3–10%, фарқ кузатилди у ўз навбатида айрим ҳолларда ҳисобий схемани ўзгарувчанлигини эътиборга олмай ҳисоб ишларини олиб боришга имкон яратди.

Икки тасмали олдиндан зўриктирилган радиал жойлашган осма тизимлардан иборат фазовий ёпмани тақсимланган юклар билан юкланганда айлана шаклидаги таянч ҳалқасининг эгилувчанлигидан қатъий назар баъзи таянч ҳалқасига маҳкамланган осма тизимлар текис тизим каби ишлайди.

Бикр айлана шаклидаги таянч контурга эга бўлган фазовий ёпмани ярмига юк қўйилганда айрим осма тизимлар худди шундай интенсивликда ёпмага симметрик юк таъсир қилганидек ишламайди. Бундай ҳолларда тўла юклама билан юклангандаги қараганда солқиликлар беш баробар кўп бўлади.

Юк кўтарувчи ва барқарорлаштирувчи тасмалар бошланғич кўрсаткичларининг (f_1 ва f_2) нисбатини қуйидаги формула билан аниқлаш тавсия қилинади.

$$f_1 = \lambda \frac{B_2}{B_1} f_2 = \frac{E_2 A_2}{E_1 A_1} f_2 \quad (2)$$

$\lambda=1$, ҳамда $f_1=f_2$, бўлса, осма тизимларнинг таянч ҳалқасига таъсири энг яхши бўлиши таъминланади.

Сиртларнинг дастлабки ҳолати сифатида ситарқонларнинг олдиндан зўриктирилгандан кейинги ҳолатини қабул қиламиз.

Икки тасмали олдиндан зўриктирилган радиал осма тизимларга бир томонлама юк қўйилгандаги горизонтал силжишни ҳисоблаш формуласи (ҳисоблаш натижалари ва тажриба-синов натижалари таққосланганда фарқ 19 %ни ташкил қилди.) эксперимент натижасидагидан 19% га фарқ қилди.

Диссертациянинг «**Катта оралиқли икки тасмали олдиндан зўриктирилган айлана шаклидаги осма ёпмаларнинг ишини экспериментал тадқиқотлар ёрдамида ўрганиш**» деб номланган учинчи боб катта оралиқли икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпмаларнинг моделлари ва унинг алоҳида элементларини симметрик ва бир томонлама юклар таъсирига экспериментал тадқиқот ўтказишга бағишланган. Тадқиқотда олинган натижаларнинг таҳлили ўтказилиб, конструкцияларни юклашнинг турли қийматлари ва босқичларида деформацияланиш ҳолатининг ўзгариш қонуниятлари ўрганилган.

Бинолар ва иншоотларнинг катта оралиқли икки тасмали айлана шаклидаги олдиндан зўриктирилган осма ёпмаларининг конструктив ечимлари статик юкларга ишлаши нуқтаи-назаридан ҳамда тиклаш технологиясининг қулайлиги, жиҳатдан таҳлил қилинганда турли минтақалар учун катта оралиқли ёпмалар қўллашнинг муаммосини ҳал қилишда ушбу ечимни энг мақбул ечим деб тан олиш мумкин.

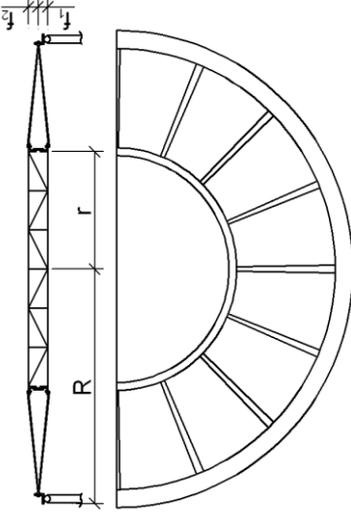
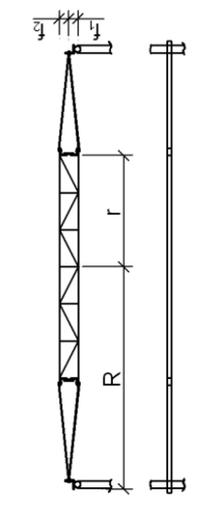
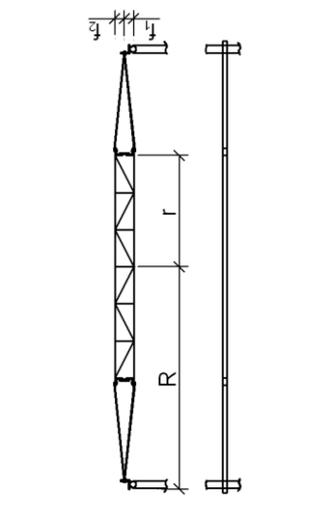
Янги конструктив ечимдаги икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпмаларнинг эксплуатация босқичидаги кучланганлик-деформацияланиш ҳолатини экспериментал тадқиқотлар асосида баҳолаш ва башорат қилиш учун вантнинг стандарт намуналарида, вантли ферма моделларида, турли хоссаларга эга бўлган вантлар ва турли юкланиш схемаларида (чўзилиш, вант намуналарига термик ишлов бериш, вантни олдиндан зўриктириш ва ҳоказо) унинг мустаҳкамлик хоссалари аниқланди.

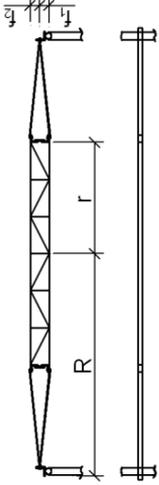
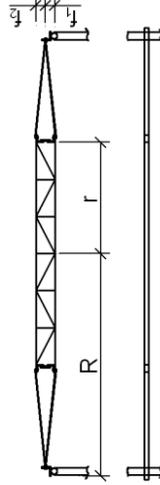
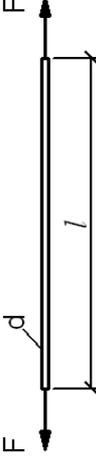
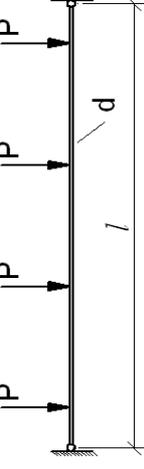
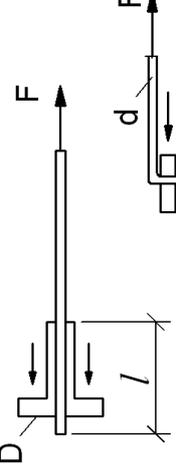
Синаш усули ишлаб чиқилди ҳамда режадаги кўриниши айлана шаклидаги катта оралиқли икки тасмали олдиндан зўриктирилган осма ёпма модели 1:100 масштабда тайёрланди ва физик моделлаштириш асосида синалди.

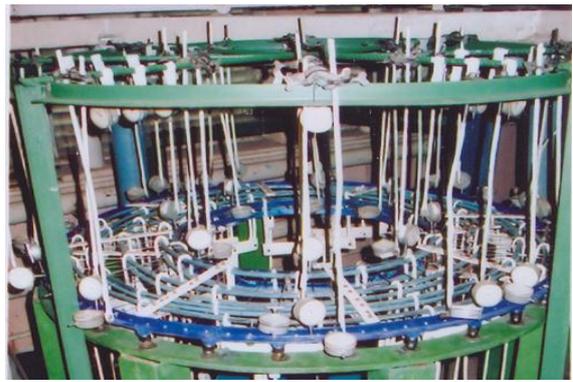
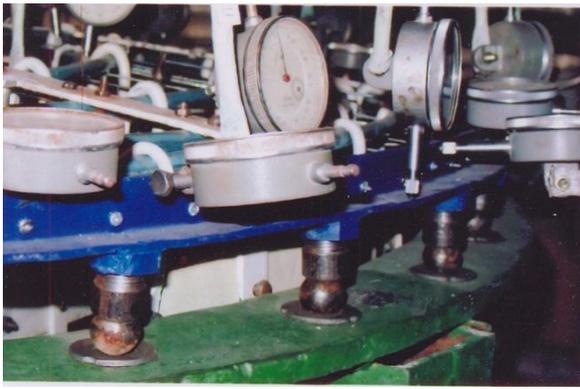
Осма ёпма моделини турли схемалари ва турли қийматдаги юкламалар билан юклаш, конструкцияларни олдиндан зўриктириш, юклаш ва юкларни туширишдаги ишлаш характери, ҳамда юклаш жараёнидаги конструкция ишлашнинг чегаравий босқичигача, яъни ташқи таянч ҳалқасининг анкеридан вантнинг узилишигача бўлган босқичларида ишлаш характерини кузатиш ва таҳлил қилиш, баҳолаш имконини берди.

Симметрик юкланишларда вантнинг устки ва остки тасмаларидаги зўриқиш тенг тақсимланган бўлиб, вантнинг устки тасмаларидаги зўриқиш остки тасмалардаги зўриқишларга солиштирилганда 1,17 баробар кўплиги аниқланди. Моделлардаги бир томонлама юкланишларда устки тасманинг максимал юкланган қисмидаги зўриқиш қарама-қарши тарафдаги минимал юкланган қисмидаги зўриқишлардан 1,92 баробар кўплиги аниқланди.

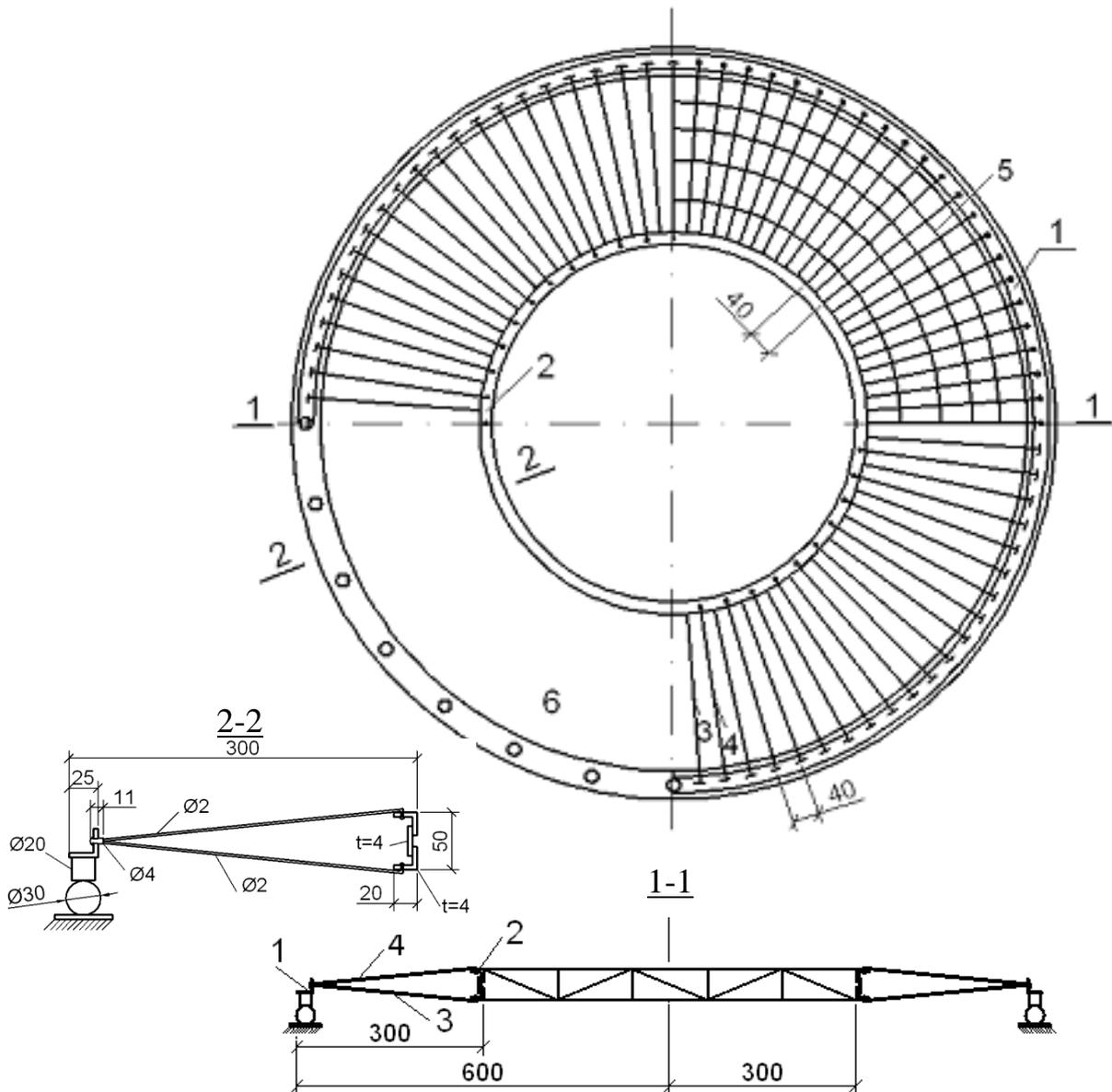
Тадқиқот қилинган модел турлари ва тажриба намуналарининг характеристикаси 1- жадвал

№ г.р.	Синалган конструкциялар, элементлари маркази ва сони.	Эскиз	Масштаб, ўлчам- лари мм	Кўлланилиши
1	2	3	4	5
1	Икки тасмали олдиндан зўриқтирилган катта ораликли айлана шаклидаги осма ёпманинг модели, М-1, 1 дона.		М 1:100 R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Турли ҳолатлар ва турли қийматдаги статик юкланишларда кучланганлик-деформация ҳолатини тадқиқ қилиш
2	Икки тасмали олдиндан зўриқтирилган катта ораликли айлана шаклидаги осма ёпманинг моделининг фрагменти, М-2, 3 дона.		R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Турли ҳолатлар ва турли қийматдаги статик тенг тақсимланган юкларда модел фрагментини кучланганлик-деформация ҳолатини тадқиқ қилиш.
3	Икки тасмали олдиндан зўриқтирилган катта ораликли айлана шаклидаги осма ёпманинг (вантлари термик ишлов берилган юмшоқ пўлатдан) моделининг фрагменти М-3, 3 дона.		R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Турли ҳолатлар ва турли қийматдаги статик тенг тақсимланган юкларда вантлари термик ишлов берилган юмшоқ пўлатдан тайёрланган модел фрагментини кучланганлик-деформация ҳолатини тадқиқ қилиш.

1	2	3	4	5
4	Икки тасмали олдиндан зўриктирилган катта оралиқли айлана шаклидаги осма ёпманинг моделининг фрагменти, М-4, 3 дона.		$R=600;$ $r=300;$ $f_1=25;$ $f_2=25$	Турли ҳолатлар ва турли қийматдаги статик тўпланган юкламаларда модел фрагменти-ни кучланганлик-деформация ҳолатини тадқиқ қилиш.
5	Икки тасмали олдиндан зўриктирилган катта оралиқли айлана шаклидаги осма ёпманинг (вантлари термик ишлов берилган юмшоқ пўлагдан) моделининг фрагменти М-5, 3 дона.		$R=600;$ $r=300;$ $f_1=25;$ $f_2=25$	Турли ҳолатлар ва турли қийматдаги статик ва тўпланган юкламаларда модел фрагменти-ни кучланганлик-деформация ҳолатини тадқиқ қилиш.
6	Осма ёпмаларга модел тайёрлаш учун оддий ва термик ишлов берилган юмшоқ пўлагли вантлар. В-1, 18 дона.		$d=2$ $l=295$	Қўзилишда вантнинг мустаҳкамлик ва деформатив хоссаларини аниқлаш.
7	Осма ёпмаларга модел тайёрлаш учун оддий ва термик ишлов берилган юмшоқ пўлагли вантлар В-2, 6 дона.		$d=2$ $l=295$	Эгилишда вантнинг мустаҳкамлик ва деформатив хоссаларини аниқлаш.
8	Ташқи ва ички таянч халқасига вантларнинг анкерлаш деталлари А-1, А-2 6 донадан.		$d=2$ $D=2$ $l_a=295$ $T=4$	Анкер деталлари ва вантларнинг мустаҳкамлигини аниқлаш.



2-расм. Айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпма моделига ўлчов асбобларни ўрнатиш.



3-расм. Айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпма моделининг конструкцияси:

1, 2-ташқи ва марказий таянч ҳалқаси; 3, 4-остки ва устки олдиндан зўриқтирилган вантлар; 5-ҳалқасимон бириктирувчи элементлар; 6-винтларни мувофиқлаштирувчи шарсимон таянчлар.

Моделнинг ташқи таянч ҳалқасидаги зўриқиш ўзгарувчан ишорали аниқланди: вантнинг устки тасмасидан ҳалқага чўзувчи зўриқишлар узатилди, вантнинг остки тасмасидан ҳалқага сиқувчи зўриқишлар узатилди. Модел ички ҳалқасининг устки ва остки тасмасида ҳосил бўлган сиқилувчи ва чўзилувчи зўриқишлар абсолют қиймати бўйича амалда бир хилдир.

Моделни симметрик, тенг тақсимланган ва бир томонлама юкланганда ички ва ташқи ҳалқаларда деформацияланиши кузатилмади.

Ёпманинг энг кўп деформацияланадиган зонаси ташқи ҳалқасимон участка бўлиб, у ташқи ҳалқадан модел диаметрининг 1/5-1/6 улушича масофада жойлашган. Симметрик юкламани тенг тақсимланган 3664Н/м^2 юклама билан ва таянч ҳақасини 183Н/м йўлакчи юклама билан юкланганда максимал солқилик 5.61мм ёки модел оралиғининг 1/214 улушини ташкил қилди. Бу ҳолатда ички ҳалқанинг максимал солқилиги 1,73 баробар кичиклиги аниқлашди. Бунинг сабаби шундаки, вантнинг эгилишидан ташқи ҳалқада вертикал реактив кучлар ҳосил бўлади, ички ҳалқанинг эгилишга бикрлиги вантаникага қараганда қаттадир, шу туфайли вантнинг узунлиги деформацияланиш натижасида камаяди.

Вант остки тасмасининг солқилиги юқори тасманикага қараганда кўпроқ бўлиб, у учбурчак қонуни бўйича ўзгарди ва унинг максимал қиймати ички ҳалқанинг солқилигига тенгдир.

Бир томонлама тенг тақсимланган юкланишларда моделнинг бир томонлама юкланган қисмидаги солқилиги минимал юкланган қисмидагига қараганда 1,39 баробар ортди. Ички таянч ҳалқасидаги бир томонлама юкланган қисмининг солқилиги моделнинг минимал юкланган қисмига қараганда 1,7 баробар катталиги аниқланди.

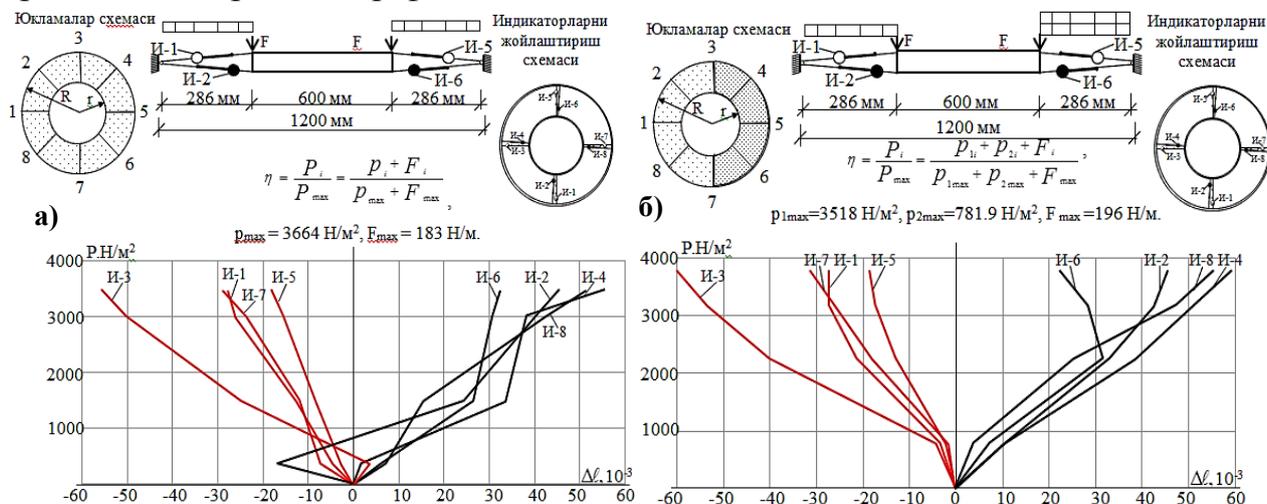
Ташқи таянч ҳалқасининг максимал солқиликлари ёпма моделининг шарнирли таянчлари орасида кузатилди, улар симметрик тақсимланган юкланишларда $0,1\text{мм}$ ва бир томонлама тақсимланган юкламаларда $0,19\text{мм}$ ни ташкил қилди.

Таъкидлаш керакки, вантнинг вертикал реакциясидан ташқи таянч ҳалқаси ҳалқасимон узлуксиз балка каби ишлайди уларнинг таянчлари натуравий конструкциялардаги устунлар ҳисобланади.

Олдиндан зўриқтирилган осма ёпма моделларининг симметрик тақсимланган юкланишлари устида ўтказилган экспериментал тадқиқот натижаларининг кўрсатишича, юкламалар ортган сари вант деформацияларининг чизиқсизликлари намоён бўлди, юкдан халос этилгандан кейин эса солқиликлар тўла тикланди, қолдиқ кўчишлар кузатилмади. Ёпма модели эса зўриқтирилганлигигича қолди, бошланғич зўриқиш 5% гача камайдди.

Олдиндан зўриқтирилган осма ёпма моделларининг симметрик ва бир томонлама тақсимланган юкламалардаги горизонтал кўчишининг фазовий кўриниши шундан далолат берадики, вант устки тасмасининг зўриқиши натижасида ташқи ҳалқа ташқарига, ички таянч ҳалқаси эса ичкарига силжиди. Вант остки тасмасидаги зўриқиш натижасида ташқи таянч ҳалқаси ичкарига, ички таянч ҳалқасининг тасмаси эса ташқарига силжиди.

Синов натижаларининг кўрсатишича, симметрик ва бир томонлама тақсимланган юкларда моделнинг ташқи ва ички ҳалқалари юкланишнинг барча босқичларида бикр фазовий тизим каби ишлайди.



4 - расм. Моделни симметрик (а) ва бир томонлама (б) юклангандаги устки ва остки вант намуналарини нисбий деформацияси:

вантнинг И-1, И-3, И-5, И-7 - устки намуналари;

И-2, И-4, И-6, И-8 - остки намуналари.

Энг ноқулай юкланиш схемаларида фазовий ҳалқанинг, ўзаро перпендикуляр горизонтал ва вертикал ўқларга нисбатан ҳамда дигонал йўналишларда деформацияланиши кузатилмади. Олинган кўчиш қийматлари ушбу йўналишларда минимал бўлиб, уларнинг қийматлари 1,2 мм дан кам ёки модел ташқи ҳалқаси диаметрининг 1/1000 улушини ташкил қилади.

Катта оралиқли вантли ноёб бинолар ва иншоотларнинг эксплуатация жараёнидаги фавқулотда ҳолатларда ортиб борувчи шикастланишлари ва бузилишдан сақлаш, хавфсизлигини таъминлаш мақсадида синаладиган мураккаб конструктив ечимга эга моделда вантларнинг узилиш, анкерларидан қирқилиш, ёки чиқиб кетиши, ҳалқаларнинг устуворлигини йўқотиши ёки бузилиши билан боғлиқ ҳолатлари синаш жараёнларида уч маротабадан такрорий текширилганда ҳамма ҳолатларда ҳам пастки вантнинг анкеридан чиқиб кетиши кузатилади. Барча синов ҳолатларида тадқиқот моделининг конструктив бикрлиги ва мустаҳкамлиги таъминланади.

Диссертациянинг «Катта оралиқли олдиндан зўриктирилган икки тасмали осма ёпмани ҳисоблашнинг таклиф қилинган усули ва конструктив ечимларини сонли тадбиқ қилиш» деб номланган тўртинчи бобида таклиф қилинган ҳисоб усули сонли тадбиқ қилиш ва турли қиймат ва хилдаги статик юклар таъсирида конструкциялар ишини баҳолашга бағишланган бўлиб, унда ишлаб чиқилган олдиндан зўриктирилган икки тасмали осма ёпмаларнинг янги натуравий конструктив ечимлари келтирилган. Ундан ташқари экспериментал ва назарий тадқиқот натижаларини таққослаш ҳамда замонавий компьютер дастурлари ёрдамида ҳисоблашга мўлжаллаб ишлаб чиқилган алгоритмлари келтирилган.

Назарий ва амалий тадқиқот ўтказиш ва мавжуд конструктив ечимларни таҳлил қилиш натижасида оралиқлари 120 м бўлган ноёб бино ва иншоотлар учун катта оралиқли айлана шаклидаги икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларнинг янги конструктив ечими ишлаб чиқилди.

Модел ўтказилган тадқиқот йўли билан аниқланган солкиликларнинг қиймати назарий қийматлардан фарқи вантнинг устки тасмасида симметрик юкламаларда ўртача 6,9%, бир томонлама юкланишларда 6,3% ни ташкил қилади. Вантнинг остки тасмаси учун эса ушбу фарқ симметрик юкламаларда 7,2%, бир томонлама юкламаларда эса 0,5% дан ошмайди.

Ташқи ҳалқа учун синов натижасида аниқланган солкиликларнинг фарқи 14,7% дан ортиқ эмас, ҳалқанинг остки ва устки тасмалари учун эса ушбу фарқ 5,3% дан ошмайди. Ташқи ҳалқа учун бир томонлама юкламаларда ушбу фарқ 5% дан кўп эмас, ички ҳалқанинг устки ва остки тасмалари учун эса ушбу 2,9% дан кўп эмас.

Натуравий конструкцияларнинг ички таянч ҳалқаларида зўриқишнинг экспериментал ва ҳисобий қийматлари мос равишда: устки тасма учун 7240 кН, 7468 кН, фарқ 3,1% ва остки тасма учун мос равишда 7329 кН, 7468 кН, фарқ 1,9% ни ташкил қилади.

ХУЛОСАЛАР

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси “Айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмалар” илмий иш натижалари бўйича қуйидаги хулосалар келтирилган:

1. Ўтказилган тадқиқот натижаларига кўра ишлаб чиқилган айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпманинг тавсия этилган янги конструктив ечими, ҳар хил статик юклар таъсирида ишончли ишлаши ва қуриш технологиясининг қулайлиги билан тежамли ечим эканлиги аниқланди.

2. Ўтказилган тадқиқотлар асосида айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни, марказдаги йирик ҳалқа ва таянч контурининг деформацияланишини эътиборга олинган ҳолда ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди. Тавсия этилган ҳисоблаш усуллари осма тизимларни симметрик ва бир томонлама юкланишларга мустаҳкамлиги ва деформацияланувчанлигини уларга қўлланилган материаллар хоссалари ва конструктив хусусиятларини ўзгарувчанлигини эътиборга олган ҳолда баҳолаш имконини берди.

3. Экспериментал тадқиқот натижалари вантли осма ёпмаларнинг тортқиларининг чўзилишга бўлган мустаҳкамлигидан тўлиқ фойдаланишни таъминлаш мақсадида икки тасмали осма тизимларнинг бошланғич баландлигини $f/l = 1/20 \dots 1/12$ чегарада қабул қилиш тавсия қилинди.

4. Тадқиқот натижаларига кўра вантларнинг олдиндан зўриқтириш қиймати ёпма қабул қиладиган тўлиқ доимий ва вақтинчалик юкларнинг ҳисобий қийматини $(g+p)$ 10–15% миқдорида қабул қилиш тавсия қилинди.

5. Моделлаштиришнинг замонавий усуллари асосида тадқиқот усули ишлаб чиқилди ва у қўлланилиб айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмани М1:100 масштаби янги конструктив ечимдаги модели тайёрланди ҳамда таянч ҳалқаларининг эгилувчанлигини эътиборга олган ҳолда мустаҳкамлиги, бикрлиғни таъминлаши тажрибавий тадқиқотлар асосида исботланди ва янги конструктив ечими ишлаб чиқилди.

6. Тавсия этилган конструктив ечимдаги айлана шаклидаги маркази очик бўлган икки тасмали олдиндан зўриқтирилган осма ёпмани эксплуатация жараёнидаги кучланиш-деформация ҳолатини баҳолаш ва башорат қилиш учун вант моделларини, вантли фермаларни синаб, уларнинг турли механик хоссаларга эга бўлган пўлатлар қўлланилганда ва турли қийматдаги юкланиш схемаларига эга бўлганда (чўзилиш, эгилиш, вантларга термик ишлов бериш, вантларни олдиндан зўриқтириш ва бошқа ҳолатларда) уларнинг механик ва деформатив хоссалари аниқланди. Термик ишлов берилган вантлардан фойдаланилганда барча вантларни биргаликда ишлаши аниқланди, реалъ объектларда вант сифатида пўлат арқондан фойдаланиш тавсия қилинди.

7. Ўтказилган тадқиқот натижалари замонавий компьютер дастурларида ҳисоблаш учун алгоритм ва блок схема ишлаб чиқишда қўлланилган бўлиб, улар муаллиф томонидан ишлаб чиқилган янги конструктив ечимни лойиҳалаш ва эксплуатация жараёнида уларнинг кучланиш-деформация ҳолатини баҳолаш имконини берди.

8. Тавсия этилган осма ёпма конструкциясининг ички таянч ҳалқаларидаги зўриқишнинг экспериментал ва ҳисобий қийматлари мос равишда: устки тасмалар учун 7240кН, 7468кН, фарқ 3,1% ва остки тасмалар учун мос равишда 7329кН, 7468кН, фарқ 1,9% ни ташкил қилиши аниқланди. Экспериментал ва ҳисобий қийматларни таққослаш орқали ҳисоблаш усулининг тўғрилиги исботланди.

9. Ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқот натижаларининг кўрсатишича, симметрик ва бир томонлама юкланишларда вантнинг устки ва остки тасмаларида, ташқи ва ички таянч ҳалқаларидаги бўйлама зўриқишлар, солқиликлар ва горизонтал кўчишларнинг экспериментал тадқиқот натижасида олинган назарий қийматлар билан мос келиши аниқланди.

10. Ўтказилган тадқиқот натижалари ҳисоблашнинг муҳандислик усуллари ривожланишига, меъёрий ҳужжатларнинг такомиллашишига олиб келиши билан бирга режадаги кўриниши айлана шаклидаги ноёб бинолар ва иншоотларда тежамкор катта ораликли олдиндан зўриқтирилган осма ёпмаларни кенг қўламда қўллаш учун тавсия қилинди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.11.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ, ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА,
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ И НАМАНГАНСКОМ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

АХМАДИЁРОВ УЛУГБЕК СОЛИЖОНОВИЧ

**ДВУХПОЯСНЫЕ КРУГЛЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО-НАПРЯЖЕННЫЕ ВИСЯЧИЕ
ПОКРЫТИЯ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ПРОЁМАМ**

05.09.01–Строительные конструкции, здания и сооружения

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

Ташкент-2019

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № B2018.2.PhD/T823

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном институте.

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

Научный руководитель: **Раззоков Сайидмахсуд Рахмонович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Ходжаев Аббос Агзамович**
доктор технических наук, профессор

Бердиев Облакул Бобакулович
кандидат технических наук

Ведущая организация: **АО «O'zog'irsanoatloyiha»**

Защита диссертации состоится «б» марта 2019 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте, Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, Самаркандском архитектурно-строительном институте и Наманганском инженерно-строительном институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Абдулла Кадыри, дом №7В. Тел.: 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована за №18). Адрес: 100011, г. Ташкент улица Навои, дом №13. Тел.: (998 71) 244-63-30; факс: (998 71)241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

Автореферат диссертации разослан «20» февраля 2019 года.
(реестр протокола рассылки №3 от «1» февраля 2019 года.

Х. А. Акрамов

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Х. Х. Камилов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, к.т.н., профессор

А. А. Ходжаев

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировой практике строительства зданий и сооружений были достигнуты определенные успехи, особое внимание в них уделяется возведению уникальных объектов, зданий и сооружений с большими проемами без промежуточных колонн, разработке новых конструктивных решений, усовершенствованию методов расчета и технологии их возведения. В строительной практике развитых стран таких как США, Германия и Китай при возведении ангаров, спортивных комплексов, мостов и путепроводов а также уникальных объектов с большими проемами особое внимание уделяется моделированию строительных конструкций и усовершенствованию инженерных способов расчета строительных конструкций при симметричных и односторонних нагрузках, а также разработке конструктивных решений.

В мире проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы по усовершенствованию проектирования и методов расчета уникальных объектов с большими проемами и по созданию их научных основ. В этом направлении, в том числе для покрытий зданий и сооружений без промежуточных колонн среди висячих покрытий самым надежным считаются двухпоясные предварительно напряженные висячие покрытия, которые являются удобным по технологии сборки и возведения. Усовершенствование инженерных методов расчета таких конструкций и их научное обоснование, а также проектирование предварительно напряженных конструкций с учетом деформативности опорного контура, разработка новых конструктивных решений двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проемом является важной задачей.

В нашей республике интенсивно осуществляются работы по строительству жилых, общественных и промышленных зданий и реконструкции существующих строений, а также возведению мостов и путепроводов для удобного движения дорожно-транспортных средств. В стратегии действий развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах поставлены задачи «...осуществление целевых программ по развитию и модернизации строительства, инженерных коммуникаций, транспортных дорог, а также социальных инфраструктур...»¹. По мере осуществления поставленных задач, в том числе проектирования двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проемом, а также усовершенствования расчета предварительно напряженных конструкций с учетом деформативности опорного контура при симметричных и односторонних нагрузках, возведении уникальных зданий и сооружений с большими проемами, а также разработка новых конструктивных решений является важной задачей.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для выполнению задач, предусмотренных в постановлении Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 8 августа 2017 года, №ПП-3182 «О первоочередных мерах по обеспечению ускоренного социально-экономического развития регионов», от 15 ноября 2011 года, №ПП-1641 «О мерах по реализации генерального плана г. Ферганы, строительству и реконструкции объектов социальной и транспортно-коммунальной инфраструктуры на период 2012-2015 гг.», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В настоящее время проблемами проектирования и усовершенствования методов расчета покрытий уникальных зданий и сооружений с большими проемами занимаются ведущие исследователи научных центров мира и научные сотрудники высших образовательных учреждений в том числе: Bankin W.J., Byrd P., Friedman M., Melan J., Шнирх Б., Шухов В.Г., Яверт Д., Вахуркин В.М., Попов Г.Д., Отто Ф., Людков И.Г., Иванов М.А., Трофимов В.И., Людковский И.Г., Микулин В.Б. и др. Выставочный павильон возведенный русским инженером В.Г. Шуховым в свое время не нашло соответствующей оценки. Только после возведения в США здания «Релей Арена» начали в некоторых странах применять здания и сооружения с большими проемами.

Теория расчета висячих покрытий впервые предложил Навье, в 1823 году, он решил уравнения кривых не растягиваемых под вертикальной нагрузкой. Эту теорию развивали для мостовых балок жесткости W.J. Bankin, P. Byrd, S. Kawamura, J. Melan и др. во второй половине XIX века. В последнее время в теорию висячих покрытий значительный вклад внесли работы Ф. Отто, В.Н. Шимановского, И.Л. Корчинского, С.В. Плотникова З. Сobotки, А.В. Касилова, Н.Н. Кирсанова, А.А. Грилль, В.В. Леденёва, и др.

Среди исследователей Узбекистана проектированию и расчету покрытий зданий и сооружений с большими проемами значительный вклад внесли Абдурашидов Қ.С., Рузиев Қ.И., Раззоқов С.Р., Мамажонов Р.К., Аскарлов Б.А., Раззақов С.Ж., Низомов Ш.Р., Турсунов С., Қамбаров Д.С., Матниёзов Б.И., Бердиев О.Б., Юсуфходжаев С.А. и др. Но несмотря на это остается много проблем и нерешенных задач в этой области. В том числе недостаточно изучены двухпоясные круглые предварительно напряженные висячие покрытия с центральным проемом.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Самаркандского Государственного архитектурно-строительного института №ИТД-16-023 «Совершенствование современного сейсмостойкого строительства большепролетных пространственных конструкций зданий и уникальных сооружений» (2009-2011), №ИТД-14-12 «Разработка уникальных сейсмостойких зданий и сооружений с применением эффективных большепролетных пространственных и оболочных конструкций» (2012-2014).

Целью исследования является усовершенствование инженерных методов расчета двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий, имеющих большое центральное круглое кольцо, с учетом деформации опорного контура при одностороннем и симметричном нагружениях, разработка новых конструктивных решений.

Задачи исследований:

усовершенствование инженерного метода расчета двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом, с учетом деформаций опорного контура при симметричных и односторонних нагрузках с учетом центрального проёма;

разработка модели двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом, разработка метода экспериментальных исследований для модели висячих покрытий на основе физического моделирования;

исследование двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом с учетом деформаций опорного контура;

разработка блок-схемы для компьютерной программы расчета двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом;

разработка новых конструктивных решений двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом.

Объектом исследования является двухпоясные круглые предварительно напряженные висячие покрытия с центральным проемом.

Предмет исследования составляет процесс определения закономерности изменения деформаций и анализ во внутренних и внешних опорных кольцах, а также в вантах при симметричных и односторонних статических нагрузках.

Методы исследования. В процессе исследований использованы способы физического моделирования висячих покрытий и их элементов, экспериментальное исследование моделей при симметричных и односторонних нагрузках с учетом деформаций опорного контура, в теоретических исследованиях разработаны методы их расчета, с учетом современных

достижений механики тонкостенных пространственных систем, обработка результатов исследований и сравнение их с результатами расчета.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан инженерный метод расчета двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом при действии симметричных и односторонних нагрузок с учетом центрального проёма;

на основе теории двухслойных конических оболочек разработаны инженерные методы расчёта двухпоясных круглых предварительно напряжённых нелинейно деформируемых висячих покрытий с центральным проёмом;

разработан метод испытания модели с учетом деформаций опорного контура на основе физического моделирования и блок-схема для компьютерной программы расчета, выявлены особенности напряженно-деформированного состояния исследуемой конструкции при симметричных и односторонних нагрузках;

определены прочности, жесткости двухпоясных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом с учетом гибкости опорного кольца и разработаны новые конструктивные решения.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

усовершенствована технология изготовления и возведения, а также инженерные методы расчета предварительно напряженных висячих покрытий с большими проемами, обоснована необходимость оценки напряженно-деформированного и эксплуатационного состояния конструкции при различных статических нагрузках;

разработана блок-схема аналитического расчета и эффективные конструктивные решения двухпоясного предварительно напряженного нелинейно деформированного висячего покрытия с центральным проемом.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается проведением исследований с использованием современных методов и средств, применением стандартных методов экспериментальных исследований и испытаний опытных элементов с использованием поверенных высокоточных приборов, результатами сопоставленного анализа экспериментальных данных - с нормативными и предлагаемыми методами расчета, надежность методов расчета, соответствие экспериментальных исследований модели покрытия с теоретическими расчетами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов, объясняется возведением уникальных зданий и сооружений с большими проемами без промежуточных колонн, выбор рациональных конструктивных решений, усовершенствование

инженерных способов расчета а также разработка эффективных конструктивных решений двухпоясных предварительно напряженных покрытий для различных регионов.

Практической значимостью результатов исследований является применение усовершенствованных методов расчета двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий при различных значениях нагрузки, а также определение напряженно-деформированного состояния с помощью усовершенствованного инженерного способа применению рекомендуемых конструктивных решений при возведении зданий и сооружений с большими проемами и эффективному применению вантовых конструкций.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов исследований двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проемом:

методы расчета вантовых висячих покрытий применены при проектировании павильонов расположенного на территории «Ёшлар боғи» на улице Ислама Каримова г. Намангана (справка Министерства строительства Республики Узбекистан от 7 сентября 2018 года № 3279/11-10). В результате применения способов расчета экономия материалов составила 20,6%, экономия трудовых затрат 31,7%;

конструктивные элементы вантовых покрытий применены при проектировании водно спортивного комплекса расположенного на улице Юксалиш г. Ферганы (справка Министерства строительства Республики Узбекистан от 7 сентября 2018 года № 3279/11-10). В результате экономия материалов составила 15%, экономия трудовых затрат 22%;

разработанные эффективные конструктивные решения и методы расчета применены при возведении «Кичкинтойлар боғи» расположенный на улице Амира Темура г. Намангана (Справка Министерства строительства Республики Узбекистан от 7 сентября 2018 года № 3279/11-10). В результате применения предлагаемых конструктивных решений экономия материалов составила 22,4%, трудовых затрат 19,6%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 13 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 29 научных работ. Из них 5 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикация основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, показаны объект и предмет исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, даны сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации: «Современное состояние развития двухпоясных висячих систем» приведен обзор технической литературы и выполнен анализ исследований, посвященных развитию современного состояния строительства и анализу методов расчета двухпоясных висячих систем. На основе проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследований.

На основе выполненного анализа современного состояния, в диссертации развитие висячих систем разделено на три этапа. Первый этап включает длительный период с глубокой древности до конца XIX века, когда висячие конструкции применялись только в мостостроении. Второй этап начинается с последнего десятилетия XIX века и продолжается полвека, когда висячие системы впервые были применены для крыш великим русским инженером и ученым Шуховым В. Г. Рассматривая сооружения, построенные в России и других зарубежных государствах, можно прийти к выводу, что применение висячих покрытий на втором этапе происходит стихийно, и используются они редко.

Третий этап характерен пробудившимся большим интересом к висячим конструкциям, бурным ростом научно-исследовательской работы и обширным строительством сооружений с разными висячими системами в различных странах мира.

Из проведенного анализа свойств висячих покрытий можно сделать вывод, что из всех видов висячих систем наиболее рациональной является двухпоясная висячая система, которая, имея стабилизирующий пояс, по сравнению с другими системами, значительно меньше деформируется при несимметричных нагрузках, и от загрузки временной нагрузкой распор растет только в несущем поясе; в стабилизирующем поясе он уменьшается и суммарное изменение горизонтального усилия на опору значительно меньше, чем в других висячих системах.

В настоящей работе приводится классификация висячих покрытий по определяющему конструктивному признаку самого покрытия, уменьшения его деформативности стабилизацией покрытия.

Анализируются существующие методы расчета двухпоясных предварительно напряженных висячих систем.

Для определения распора Р.Н. Мацелинский предложил формулу:

$$H = \sqrt{\frac{lD}{L^2 - l^2}} \quad (1)$$

где l и L – пролет и длина нити; $D = \int_0^l Q^2 dx$ – характеристика нагрузки (понятие, введенное Р.Н. Мацелинским), причем Q – перерезывающая сила в аналогичной балке.

Проанализированы работы Качурина В.К., Кузнецова Э.Н., Райнуса Г.Э., Москалева Н.С. и др. Для каждого метода коротко изложены его принципы и свойства, решены примеры конкретных висячих систем с разными геометрическими параметрами и нагрузками.

Анализ полученных графиков изменения распоров и прогибов для различных систем, определенных разными методами, позволил определить точность и пределы применимости каждого метода. И, хотя каждый автор метода подходит к решению вопроса своим путем, результаты получены достаточно близкие. Это говорит о правильности и точности существующих методов. Но каждый метод имеет свои положительные и отрицательные стороны. Наибольшей точностью обладает метод Качурина В.К.. Достаточно точными и удобными являются методы Москалева Н.С., которые использованы в решении ряд задач поставленной в диссертационной работе.

Во второй главе диссертации **«Расчет двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с учетом деформаций опорного контура»** приведен анализ способов предварительно напряженных плоских и пространственных висячих покрытий созданных до настоящего времени.

В настоящей главе приведены предложения по расчету двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий при симметричных и односторонних нагрузках с учётом деформации опорного контура и конструктивных особенностей приконтурной зоны.

Предложен способ расчета предварительно напряженных висячих покрытий как двухпоясных конических оболочек с учетом физических и геометрических нелинейности. Получены расчетные формулы для оценки закономерности изменения продольного распора и деформации опорного контура предварительно напряженных висячих покрытий.

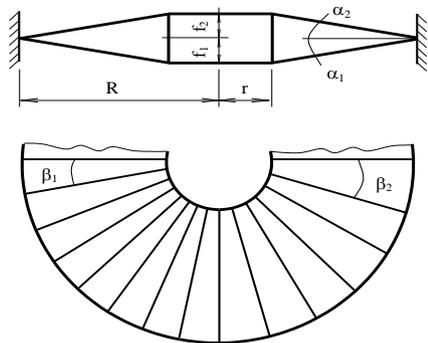
На основе проведенных исследований развита методика расчета двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с учетом деформации опорного контура.

Для расчета плоских и пространственных предварительно напряженных двухпоясных радиальных систем получена система уравнений при симметричных и несимметричных нагрузках.

Полученные системы уравнений позволяют оценить прочность и деформативность двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с учетом изменяющихся свойств материала и конструктивных особенностей висячих систем с большими проёмами.

Предложен эффективный метод расчета пространственных двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий как объединенных двухслойных конических оболочек с помощью внутреннего кольца расположенных в середине покрытия.

Уменьшение начальных стрелок двухпоясных предварительно напряженных висячих систем с большими проёмами приводит к увеличению их деформативности и более интенсивному изменению распоров. В связи с этим начальные стрелки для данной системы можно рекомендовать в пределах



1 - рис. Расчетная схема двухслойных конических оболочек

$$f/l = 1/20 \dots 1/12.$$

Соотношение стрелок несущего f_1 и стабилизирующего f_2 поясов рекомендуется принимать по формуле

$$f_1 = \lambda \frac{B_2}{B_1} f_2 = \frac{E_2 A_2}{E_1 A_1} f_2, \quad (2)$$

При $\lambda = 1$, $f_1 = f_2$, что обеспечивает наиболее благоприятные воздействия висячей системы на опорный контур.

Увеличение величины предварительного напряжения уменьшает прогибы и изменения распоров висячей системы с большими проемами, но к этому необходимо подходить осторожно, т.к. увеличение величины предварительного напряжения требует увеличения сечения нитей (вант).

Учет изменения продольного распора в двухпоясных предварительно напряженных вантовых системах по предложенной методике расчета является существенным при определении сил взаимодействия между поясами, загруженными как равномерной, так и в особенности неравномерной вертикальной нагрузкой.

При загрузке вертикальной неравномерной (односторонней) временной нагрузкой двухпоясных плоских систем с большими проемами характер изменения сил взаимодействия между поясами подобен характеру временной нагрузки.

Работа висячих систем является нелинейной. Однако, применение закона независимости действия сил, присущего линейно работающим конструкциям, в наших исследованиях давало погрешность по прогибам от 5 до 25%, а по усилиям в нитях - от 3 до 10 %, что в ряде случаев позволяет вести расчет без учета изменения расчётной схемы.

При полном загрузке распределенной нагрузкой пространственного покрытия, образованного из двухпоясных предварительно напряжённых радиально расположенных висячих систем, оно работает как плоская висячая система независимо от гибкости круглого опорного контура.

При загрузке половины пространственного покрытия, имеющего жесткий круглый опорный контур, отдельные висячие системы работают неодинаково, максимальных такой же интенсивности равномерно распределенной по всему покрытию. При этом прогибы покрытия примерно в 5 раз больше, чем при полном загрузке.

Для определения горизонтальных перемещений двухпоясных предварительно напряжённых радиальных висячих систем, нагруженных односторонней нагрузкой, предложена расчетная формула, которая дала отклонение от экспериментально исследованных результатов до 19%.

Третья глава диссертации **«Экспериментальные исследования работы круглых двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с большими проёмами»** посвящена экспериментальному исследованию на моделях разработанных конструкций работы двухпоясных предварительно напряжённых висячих покрытий с большими проёмами и их отдельных конструктивных элементов при симметричных и односторонних статических нагрузках. Проведен анализ работы полученных результатов исследований и выявлены закономерности деформированного состояния конструкций в различных стадиях загрузки.

Конструктивные решения пространственных конструкций зданий и сооружений с круглыми двухпоясными предварительно напряженными висячими покрытиями с большими проемами могут быть признаны рациональными как с точки зрения статической работы, так и с позиций технологичности возведения и функциональности при решении проблемы перекрытия больших пролетов в различных регионах.

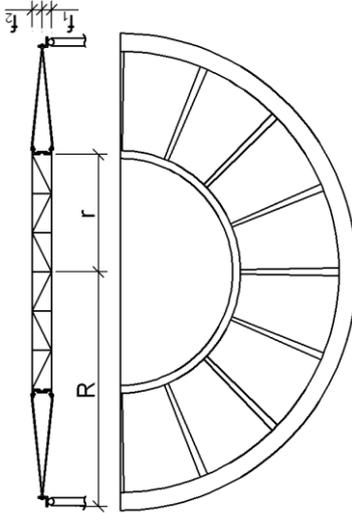
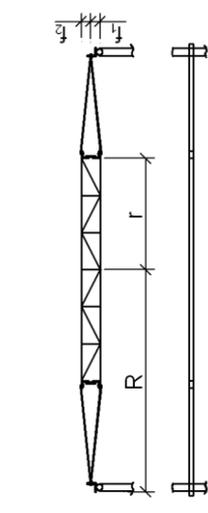
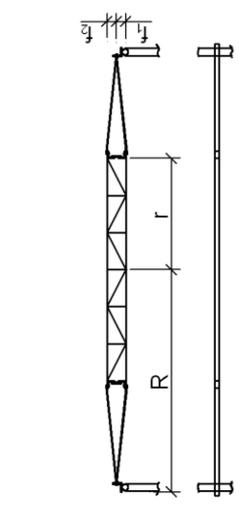
Для прогнозирования и оценки напряженно-деформированного состояния новых конструктивных решений двухпоясных предварительно напряжённых висячих покрытий в стадии эксплуатации на основе проведенного эксперимента на стандартных образцах вант и модели вантовых ферм определены прочностные и деформативные характеристики этих элементов при различных свойствах стали и схемах загрузки (растяжение, изгиб, термическая обработка образцов вант, предварительное напряжение вант и. т. п.).

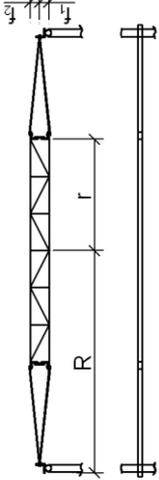
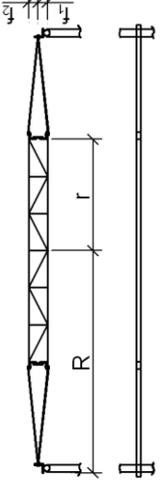
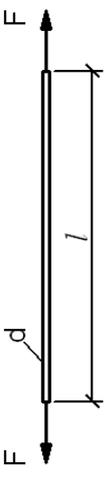
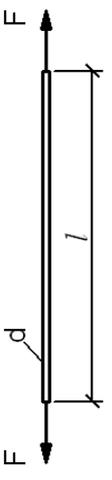
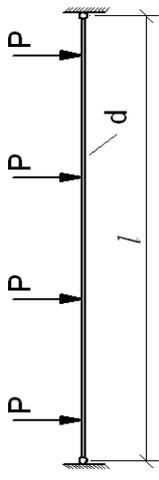
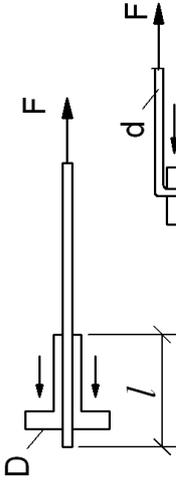
Разработана методика испытаний и изготовлена экспериментальная модель большепролетного уникального сооружения с круглым в плане двухпоясным висячим предварительно напряжённым покрытием с большим проемом масштабом М 1:100.

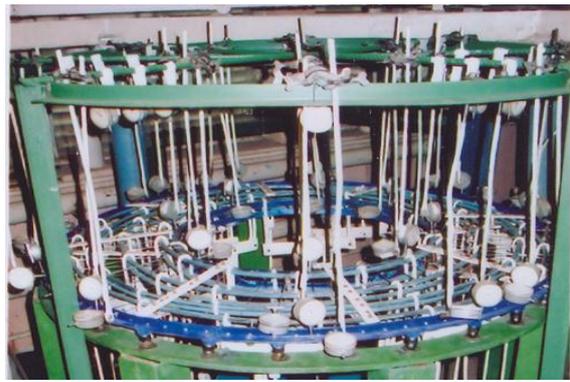
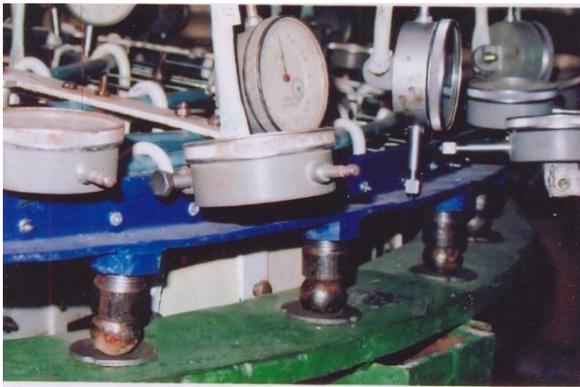
Проведенные испытания модели висячего покрытия при кратковременном действии нагрузки при различных схемах и уровнях загрузки, позволили выявить характер работы конструкции в стадиях предварительного натяжения вант, при нагружении и разгрузке, а также проследить за характером работы конструкции от начала нагружения до предельной стадии работы, то есть отрыва вант от анкерного устройства наружного опорного кольца.

При симметричном нагружении усилия в верхних и нижних поясах вант распределялись равномерно, причем усилия в верхнем поясе вант были 1,17 раз больше по сравнению с нижним поясом вант. При одностороннем нагружении усилия в верхнем поясе в максимально загруженной части были в 1,92 раза больше по сравнению с усилием противоположной минимально загруженной части модели.

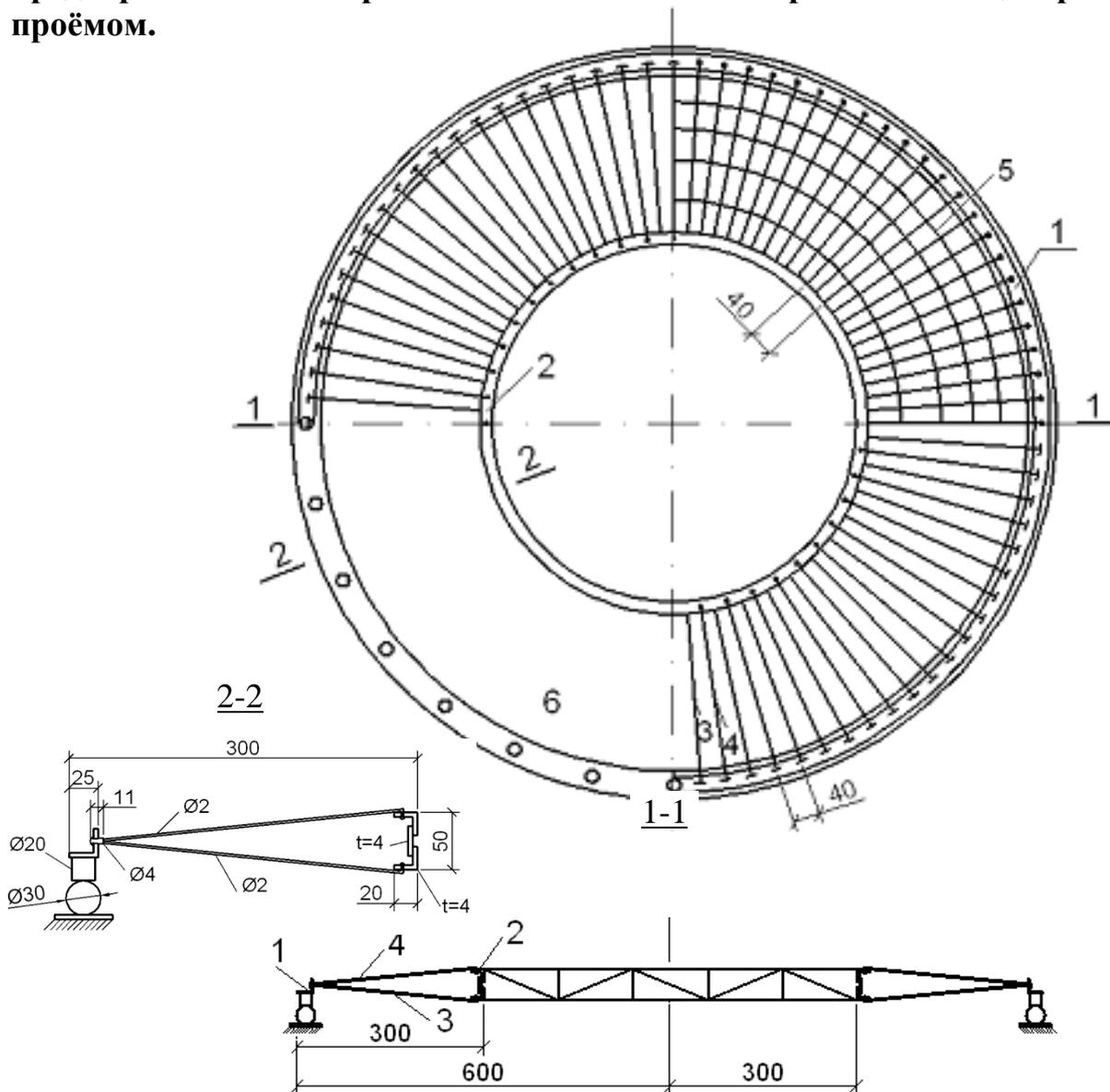
Характеристика исследуемых типов моделей и опытных образцов **Таблица 1**

№ п.п.	Исследуемые конструкции, маркировка элементов, количество, шт.	Эскиз	Масштаб размеры мм	Назначение
1	2	3	4	5
1	Модель двухпоясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами, М-1, 1шт.		М 1:100 R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Исследование напряженно-деформированного состояния при различных состояниях и уровнях статического и динамического нагружения
2	Фрагмент модели двухпоясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами, М-2, 3 шт.		R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента модели при различных состояниях и уровнях статического и динамического равномерно распределенного нагружения
3	Фрагмент модели двухпоясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами с вантами из термически обработанной мягкой стали, М-3, 3 шт.		R=600; r=300; f ₁ =25; f ₂ =25	Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента модели с вантами из термически обработанной мягкой стали при различных состояниях и уровнях статического и динамического равномерно распределенного нагружения

1	2	3	4	5
<p>1</p> <p>Фрагмент модели двух-поясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами, М-4, 3 шт.</p>		<p>R=600; r=300; f₁=25; f₂=25</p>	<p>Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента модели при различных состояниях и уровнях статического сосредоточенного нагружения</p>	
<p>4</p> <p>Фрагмент модели двух-поясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами М-4, 3 шт.</p>		<p>R=600; r=300; f₁=25; f₂=25</p>	<p>Исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента модели при различных состояниях и уровнях статического сосредоточенного нагружения</p>	
<p>5</p> <p>Фрагмент модели двух-поясных предварительно напряженных круглых висячих покрытий с большими проёмами с вантами из термически обработанной мягкой стали, М-5, 3 шт.</p>		<p>d=2 l=295</p>	<p>Определение прочностных и деформативных свойств ванга при растяжении</p>	
<p>6</p> <p>Ванты обычной и термически обработанной мягкой стали для изготовления модели висячих покрытий. В-1, 18 шт</p>		<p>d=2 l=295</p>	<p>Определение прочностных и деформативных свойств ванга при изгибе</p>	
<p>7</p> <p>Ванты обычной и термически обработанной мягкой стали для изготовления модели висячих покрытий. В-2, 6 шт.</p>		<p>d=2 D=2 l_a=295 T=4</p>	<p>Оценка прочности анкерных деталей вант</p>	
<p>8</p> <p>Ванты обычной и термически обработанной мягкой стали для изготовления модели висячих покрытий. В-2, 6 шт.</p>				



2-рис. Установка приборов для модели двухъярусных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом.



3-рис. Конструкция модели двухъярусных круглых предварительно напряженных висячих покрытий с центральным проёмом.

1, 2 – наружное и центральное опорное кольцо; 3, 4 – нижние и верхние предварительно напряженные ванты; 5 – кольцевые подкрепляющие элементы; 6 – шаровые опоры, регулировочный винт.

Усилия в наружном опорном кольце модели были знакопеременными: от верхнего пояса вант на кольцо передавались растягивающие усилия, от нижнего пояса вант на кольцо передавались сжимающие усилия. В верхнем и нижнем поясах внутреннего кольца модели возникают, соответственно, сжимающие и растягивающие усилия, по абсолютной величине практически одинаковые.

При симметричных и односторонних нагрузках модели распределенной нагрузкой, сплющивание в наружных и внутренних кольцах не наблюдалось.

Исследование показало, что наиболее деформативной зоной покрытия является кольцевой участок, расположенной на расстоянии $1/5-1/6$ диаметра модели от наружного кольца. При равномерно распределенном нагружении симметричной нагрузкой, равной 3664 Н/м^2 , и полосовой нагрузкой центрального кольца 183 Н/м максимальный прогиб составил $5,61 \text{ мм}$, или $1/214$ пролета модели. При этом максимальный прогиб внутреннего кольца был меньше $1,73$ раза. Это объясняется тем, что от изгиба вант в центральном опорном кольце возникают вертикальные реактивные силы, поскольку жесткость внутреннего кольца на изгиб в сотни раз больше, чем у вант, поэтому первоначальная длина вант при деформировании уменьшается.

Прогиб нижнего пояса вант был больше, чем прогиб верхнего пояса, и изменялся по треугольному закону с максимальным значением, которое равнялось прогибу внутреннего кольца.

При одностороннем равномерно распределенном нагружении максимальный прогиб в односторонне нагруженной части модели увеличился в $1,39$ раза по сравнению с минимально нагруженной частью. Прогиб односторонне нагруженной части внутреннего опорного кольца был в $1,7$ раза больше, чем в минимально нагруженной части модели.

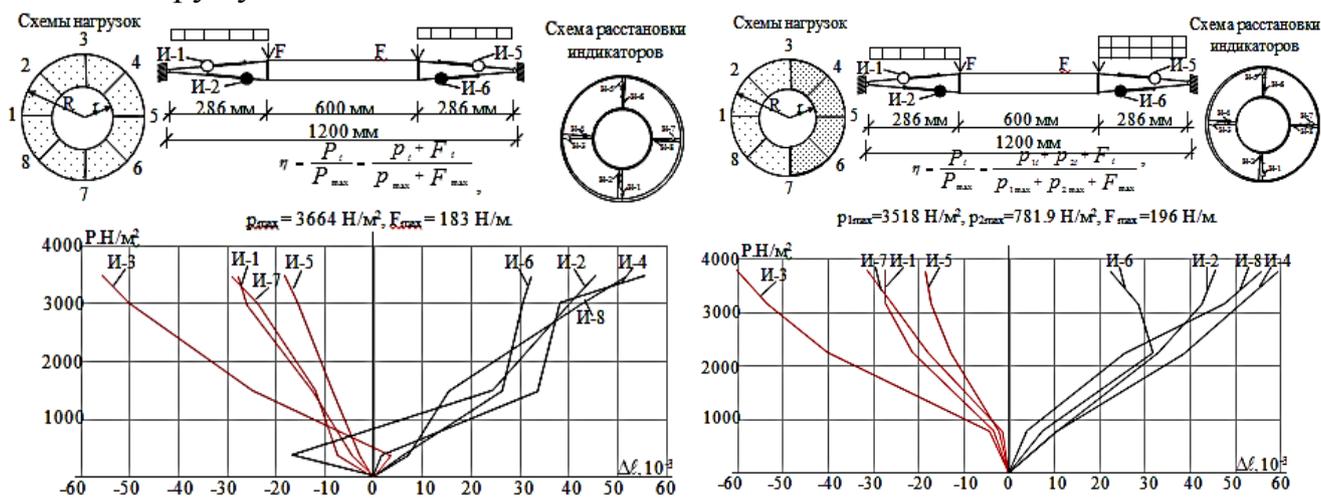
Максимальные прогибы наружного опорного кольца наблюдались между шарнирными опорами модели покрытия и, составили $0,1 \text{ мм}$ при симметричном распределенном нагружении, и $0,19 \text{ мм}$ при одностороннем распределенном нагружении.

Здесь следует отметить, что наружное опорное кольцо от вертикальной реакции вант работало как кольцевая неразрезная балка, опорами которой являются колонны натуральных конструкций.

Результаты экспериментального исследования модели предварительно напряженного висячего покрытия при симметричных распределенных нагрузках показали, что с увеличением нагрузки выявилась нелинейность деформирования вант, а после разгрузки прогибы полностью восстановились, остаточные перемещения не наблюдались. Модель покрытия по-прежнему осталась предварительно напряженной, величина начального преднапряжения уменьшились до 5% .

Пространственная картина горизонтальных перемещений модели предварительно напряженного висячего покрытия при симметричном и одностороннем распределенных нагрузках показали, что от действия усилий

верхнего пояса вант наружное опорное кольцо перемещалось наружу, а внутреннее опорное кольцо внутрь. От действия усилий нижнего пояса вант наружное опорное кольцо перемещалось внутрь, а нижний пояс внутреннего кольца наружу.



4 - рис. Относительные деформации верхних и нижних образцов вант при симметричном (а) и одностороннем (б) нагружении модели: верхних образцов - И-1, И-3, И-5, И-7; нижних образцов - И-2, И-4, И-6, И-8 ванта.

Результаты испытаний показали, что при симметричном и одностороннем распределенном нагрузках наружное и внутреннее кольца модели на всех этапах нагружения работали как жесткая пространственная система. При самых невыгодных с технической точки зрения схемах нагружения сплющивания пространственного кольца относительно взаимно перпендикулярных горизонтальных и вертикальных осей и в диагональных направлениях не наблюдалось. Полученные перемещения в этих направлениях были минимальными и равными менее 1,2 мм или 1/1000 диаметра наружного кольца модели.

В процессе эксплуатации уникальных зданий и сооружений с вантовыми покрытиями в чрезвычайных ситуациях могут наблюдаться повреждения, отрыв в вантах и срез анкеров, которые могут привести к разрушениям. Чтобы обеспечить безопасность в таких ситуациях проведены экспериментальные исследования в моделях со сложными конструктивными решениями вантовых конструкций, связанных потерями устойчивости в кольцах, отрывами вант и срезами анкеров. В трехкратном повторении испытаний во всех случаях срез анкеров начался с нижних вант. При испытаниях обеспечивался конструктивная жесткость и прочность исследуемых моделей

Четвертая глава диссертации «Численная реализация предложенного метода расчета и конструктивное решение предварительно напряженных двухпоясных висячих покрытий с большими проемами» посвящена численной реализации предложенного метода решения задач для оценки работы конструкции при различных уровнях статического нагружения. Приводятся разработанные новые конструктивные решения натуральных

предварительно напряженных двухпоясных висячих покрытий. Помимо этого, в работе приведен алгоритм расчета висячих покрытий и выполнено сравнение результатов опытных и расчетных данных.

В результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований и анализа существующих конструктивных решений разработаны новые эффективные конструктивные решения натуральных предварительно напряженных круглых двухпоясных висячих покрытий с большими проемами для уникальных зданий и сооружений пролетом 120 м.

Результаты испытания модели показали, что величины прогибов, полученных экспериментально, достаточно хорошо согласуются с теоретическими. Осредненные значения экспериментальных прогибов отличались от теоретических для верхнего пояса вант при симметричном загрузке не более чем на 6,9%, при одностороннем загрузке на 6,3%. Для нижнего пояса вант при симметричном загрузке не более чем на 7,2%, при одностороннем загрузке на 0,5%.

Для наружного кольца расхождение составило при симметричном загрузке не более 14,7%, для нижнего и верхнего пояса внутреннего кольца не более 5,3%; Для наружного кольца расхождение составило при одностороннем загрузке не более 5%, для верхнего и нижнего пояса внутреннего кольца не более 2,9%.

Во внутренних опорных кольцах для натуральных конструкций экспериментальные и расчетные значения усилия составили соответственно: для верхнего пояса –7240 кН, –7468 кН, расхождение 3,1%, и для нижнего пояса 7329 кН, 7468 кН, расхождение 1,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) на тему «Двухпоясные круглые предварительно напряженные висячие покрытия с центральным проемом» представлены следующие выводы:

1. По результатам проведенных исследований следует отметить, что разработанные новые конструктивные решения покрытий с круглыми двухпоясными предварительно напряженными висячими покрытиями с большими проемами являются рациональными, как с точки зрения статической работы, так и с позиций технологичности возведения.

2. На основе проведенных исследований усовершенствована методика расчета двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с большими внутренними кольцами с учетом деформации опорного контура. Рекомендованный метод расчета для симметричных и односторонних нагрузок, позволяет оценить прочность и деформативность висячих систем с учетом изменяющихся свойств материала и конструктивных особенностей.

3. Экспериментальные исследования показали, что для полного использования растяжения распоров вант рекомендовано принять начальные высоты двухпоясной системы в пределах $f/l = 1/20 \dots 1/12$.

4. По результатам исследований установлено, что уровень предварительного натяжения вант рекомендуется принимать равным (10-15%) от суммарной расчетной величины постоянных и временных (g+p) нагрузок на покрытие.

5. На основе современных методов моделирования разработана методика исследования и изготовлена модель новых конструктивных решений круглых двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий с большим проёмом масштабом M1:100, а также на основе экспериментальных исследований доказано, что обеспечивается прочность и жесткость висячих покрытий с учетом гибкости опорного кольца, а так же разработаны новые конструктивные решения.

6. Для прогнозирования и оценки напряженно-деформированного состояния рекомендованного конструктивного решения двухпоясного предварительно напряженного висячего покрытия в стадии эксплуатации испытанием стандартных образцов моделей вант и моделей вантовых ферм определены их механические и деформативные характеристики при различных свойствах стали и схемах загрузки (растяжение, изгиб, термическая обработка вант, предварительное натяжение вант и.т.п.). Определено, что при использовании термически обработанных вант, все ванты работают совместно. Рекомендовано использовать на реальных объектах, вместо вант стальные канаты.

7. Результаты проведенных исследований применены для разработки алгоритма и блок-схемы расчета на современных компьютерных программах, которые позволили оценить напряженно-деформированного состояния, разработанных автором конструктивных решений, как для стадии проектирования, так и для стадии эксплуатации этих систем.

8. Установлено, что во внутренних опорных кольцах для натуральных конструкций экспериментальные и расчетные значения усилия составили соответственно: для верхнего пояса –7240 кН, –7468 кН, расхождение 3,1%, и для нижнего пояса 7329 кН, 7468 кН, расхождение 1,9%, при сопоставлении экспериментального и расчетного значения усилий, что доказывает правильность методики расчета.

9. Как показывают результаты теоретических и экспериментальных исследований, величины продольных усилий, прогибов, горизонтальных перемещений в верхних и нижних поясах вант, наружных и внутренних опорных кольцах при симметричном и одностороннем загрузении, полученные экспериментальные данные, достаточно хорошо согласуются с теоретическими данными.

10. Результаты проведенных исследований способствуют развитию инженерных методов расчета, совершенствованию нормативных документов, что позволит рекомендовать более широкое внедрение большепролетных двухпоясных предварительно напряжённых висячих покрытий для круглых в плане уникальных зданий и сооружений.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.11.01 AT TASHKENT ARCHITECTURE AND
CONSTRUCTION INSTITUTE, TASHKENT RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING INSTITUTE, SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND
CONSTRUCTION INSTITUTE AND NAMANGAN
ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE**

SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUT

AHMADIYOROV ULUG'BEK SOLIJONOVICH

**TWO-BELT ROUND PRESTRESSED HANGING SURFACES WITH
CENTRAL INTRO**

05.09.01 - Engineering constructions, buildings and structures

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

Tashkent-2019

The theme of doctor of philosophy (PhD) dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan № B2018.2.PhD/T823.

The dissertation is carried at the Samarkand state architecture and construction institute.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on web-page of Scientific Council at the address (www.taqi.uz) and informational – educational portal «ZiyoNet» at the address (www.ziynet.uz).

Academic adviser: **Razzoqov Sayidmaxsud Raxmonovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Khodjaev Abbas Agzamovich**
doctor of technical sciences, professor

Berdiev Oblaqul Bobaqulovich
candidate of technical sciences

Leading organization: **JS «Uzog'irsanoatloyiha»**

Defensing of the dissertation will take place on «6» of march 2019 at 10⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council numbered DSc.27.06.2017.т.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent Railway Transport Engineering Institute, Samarkand State Architecture and Construction Institute and Namangan Engineering-Construction Institute as the following address: 100011, Tashkent, Abdullah Kadiri str., 7V. Phone: (99871) 241-10-84, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number №18). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Navoi Street, 13. Phone: (99871) 244-63-30, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation was circulated on «20» february 2019 year.
(mailing report № 3 on «1» february 2019 year).

Kh. A. Akramov

Chairman of the scientific council for the awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

Kh. Kh. Kamilov

Scientific secretary of scientific council for the awarding scientific degrees, candidate of technical sciences, professor

A. A. Khodjayev

Chairman of scientific seminar at the attachment to the scientific council for award the degrees, doctor of technical science, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

Thesis of Ahmadiyorov Ulug'bek Solijonovich on the topic:
«**Two-belt round prestressed hanging surfaces with central intro**» on conferring
scholarly degree of candidate of technical sciences on speciality 05.23.01. Building
constructions, buildings and structures

Key words: two-belt pre stressed, hanging, one-way upload, longitudinal raspor, inner ring, upper belt.

Subjects of research: round two-belt pre stressed previously strained hanging especially heavy coverage, a study of the static.

Purpose of work: development of new effective design solutions two-belted previously strained hanging especially heavy coating. Theoretical and experimental research, development engineering calculation method of plane and spatial two-belted pre-intensive systems with symmetric unilateral loaded with strain path references.

Methodius of research: Test model two-belt pre stressed preintense hanging coatings and their elements using advanced measuring instruments and equipment. Theoretical studies carried out on the basis of modern achievements of mechanics of thin-walled spatial systems.

The results obtained and their novelty: methodology and results of experimental and theoretical research of round preliminary tense hanging coatings based on deformation path reference; identifying features of the deflected mode of structures with a symmetric and unilateral static; developed new designs previously-restless two-belt pre-stressed hanging coatings

Practical value: results of studies contribute to the further development of engineering calculation methods of design, offering a real opportunity for socialization and obtain effective design solutions two-belted prestressed construction for hanging in various regions.

Degree of embed: the results of the research and technical solutions adopted by Fergana, Tashkent and Namangan architecture and layout of your governmental offices for implementation in developing effective design solutions unique fabric of public buildings for various purposes with the use of prestressed two-belt pre-stressed hanging.

Field of application: the scope of construction industry economic complex of the Republic of Uzbekistan.

The outline of the dissertation On the basis of the applied research on the dissertation for obtaining the Doctor of Philosophy (PhD) on "Two-belt round prestressed hanging surfaces with central intro", the following conclusions are presented:

1. As a result of the conducted researches it is proved that the developed new constructive solutions of coatings with round two-girded pendant coverings with large openings are rational both from the point of view of static work and from the point of view of process ability of erection. Functionally, these designs solve the

problem of overlapping unique buildings and structures of large spans of various purposes for different regions.

2. Based on the studies carried out, a technique developed for calculating two-ply pre stressed pendant coverings with large inner rings, taking into account the deformation of the support contour. A system of equations for symmetric and one-sided loading obtained, which makes it possible to evaluate the strength and deformability of suspension systems taking into account the changing properties of the material and design features.

3. An effective method planned for calculating the spatial two-ply pre-stressed pendant coverings as combined with an internal large-dimensional ring of two-conical shells.

4. A design formula proposed that provides the most favorable effect of the suspension system on the inner and outer support rings. In order to optimally ensure the changes in the spacing of the cables, it is recommended to take the initial arrows of the two-lingual system within $f / l = 1/20 \dots 1/12$. The level of the pre-tension of the cables is recommended to be taken equal (10-15%) of the total design value of the permanent and temporary loads on the coating.

5. Based on modern modeling methods, a research methodology has been developed and a model of new design solutions for round two-ply, pre-stressed pendant coverings with large inner rings of scale M1: 100 has been developed, as well as standard models of cable-stayed and cable-stayed models. Their stress-strain state at the stages of pre-tensioning of the guys, with symmetrical and one-sided static loads of various levels, was studied.

6. For their prediction and evaluation of the stress-strain state of new design solutions for two-ply pre-stressed suspension coatings in operation, the test of standard models of cable models and cable-stayed models determines their mechanical and deformation characteristics for various steel properties and loading schemes (stretching, bending, heat treatment guys, pre-tensioning the cables, etc.).

7. The results of the research applied to the development of an algorithm and a block diagram of computer calculations that can be used to assess the stress-strain state of design solutions developed by the author both for the design stage and for the stage of operation of these systems.

8. The proposed calculation formulas, developed algorithms and a block of the calculation scheme applied for a comparative analysis of the experimental and calculated data of the model and full-scale structures of a two-ply pre stressed suspension pad.

9. The results of the tests showed that for symmetrical and one-sided loading the values of longitudinal forces, deflections, horizontal displacements in the upper and lower belts of the guy, outer and inner support rings, the experimental data obtained are in good agreement with the theoretical data.

10. The results of the conducted studies will contribute to the development of engineering calculation methods, the improvement of regulatory norms and instructive documents, which will allow more extensive introduction of two-span, double-belt pre stressed padlocks for unique round buildings and structures.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

1. Ахмадиёров У.С. Катта марказий туйнуги бўлган осма том ёпма конструкцияларини ишлаб чиқариш истикболлари. // Архитектура. Қурилиш. Дизайн» Тошкент-2010. ТАҚИ, -№1-2. -63-65 б. (05.00.00; № 4)
2. Раззаков С.Р., Ахмадиёров У.С., Холмирзаев С.А. Расчет контурного кольца двухпоясных висячих систем с учетом его податливости. // Научно–технический журнал Фарғона-2011. ФарПИ, -№ 2. -С. 49-53. (05.00.00; № 20)
3. Ахмадиёров У.С., Холмирзаев С.А. Методика испытания конструкций моделей висячих покрытий. // Научно–технический журнал, Фарғона-2011. ФарПИ, -№ 4. -С. 37-39. (05.00.00; № 20)
4. Ахмадиёров У.С. Алгоритм расчета разработка нового конструктивного решения и модели расчета двухпоясных висячих покрытий кольцевого очертания // Научно–технический журнал «Проблемы архитектуры и строительства». Самарканд-2013. СамГАСИ, -№ 4. -С. 8-18. (05.00.00; № 14)
5. Akhmadiyorov U.S. Research of trailing coverings of wide-span unique buildings by the modeling method. // European Science Review. East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH–Austria, Viena, Scientific journal № 5-6 2018 (May–June), -pp. 274-276. (05.00.00; № 3)
6. Ахмадиёров У.С. Катта оралиқли ноёб биоларнинг осма ёпмаларини моделлаштириш усули билан тадқиқ қилиш. // Архитектура. Қурилиш. Дизайн. Илмий–амалий журнал, Тошкент-2013. ТАҚИ. -№4. -33-38 б.
7. Ахмадиёров У.С., Сайфиддинов Д.С. Расчет плоских двухпоясных радиально расположенных вант на прочность и деформативность с учетом изменения свойств материалов. // «Проблемы архитектуры и строительства» Научно–технический журнал. Самарканд-2014. СамГАСИ, -№ 2. -С. 6-9.
8. Раззаков С.Р., Сайфиддинов С., Ахмадияров У.С., Расчет пространственных двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий как двухслойных конических оболочек. // Вестник ТашИИТ. Ежеквартальный журнал. -2014. -№ 2/3, -С. 19-25.
9. Ахмадиёров У.С., Сайфиддинов Д.С. Стенд для испытания модели висячих покрытий кольцевого очертания, их элементов, схема расстановки приборов, режимы загрузки и нагрузки. // «Архитектура и строительство Узбекистана». Ташкент-2014. № 1. -С. 47-48.
10. Ахмадиёров У.С. Вантли осма том ёпма конструкцияларини долзарблиги ва қурилиш амалиётида қўлланилиш истикболлари. «Республика геомеханика фанининг ютуқлари» мавзусидаги республика илмий–тадқиқот семинари тезислари. Тошкент-2006. -С. 42-43.
11. Рузиев К.И., Раззаков С.Р., Ахмадиёров У.С. Расчет радиально–вантовых двухпоясных систем кругового очертания на деформируемом опорном контуре. В сб. «Строительная механика и расчет конструкций».

Материалы международной научно–технической конференции. Самарканд-2007. -С. 136-138.

12. Рўзиев Қ.И., Раззақов С.Р., Фридман Г.С., Ахмадияров У.С Сейсмостойкость радиально–вантовых двухпоясных систем на деформируемом опорном контуре // Пространственные конструкции зданий и сооружений // Исследование, расчет, проектирование, применение. Сборник статей ВЫПУСК 11 // Москва-2008. -С. 122-128.

13. Раззақов С.Р., Ботиров Д.М., Ахмадиёров У.С. Особенности Расчета и проектирования уникальных болшепролетных зданий и сооружений с учетом длительности эксплуатации // Международная научно–практическая конференция «Актуальные проблемы обеспечения интеграции науки, образования и производства». Ташкент-2008. -С. 393-395.

14. Раззақов С.Р., Ахмадияров У.С Расчет висячих конструкций с учетом податливости контурного элемента // Особенности проектирования и расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и прогрессирующее разрушение//Тезисы докладов научной сессии. Москва-2009. -С. 70-71.

15. Раззақов С.Р., Фридман Г.С., Ахмадиёров У.С. Нормирование деформаций и перемещений болшепролетных висячих покрытий //Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта Ресурсосберегающие технологии в строительстве. Ташкент-2009. -С. 49-51.

16. Раззақов С.Р., Фридман Г.С., Ахмадиёров У.С. Конструкция и исследование пространственной двухпоясной висячей системы в упругой и упругопластической стадиях // Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта Ресурсосберегающие технологии в строительстве. Ташкент-2010. -С. 99-103.

17. Раззақов Х.С., Ахмадияров У.С Особенности расчета круглых плоско формируемых тонких плит с учетом характера нагружения // Актуальные вопросы исследований и проектирования пространственных конструкций с применением физического и компьютерного моделирования // Москва-2011 -С. 51-52

18. Раззақов С.Р., Фридман Г.С., Ахмадияров У.С., Раззақов Н.С. Экспериментальные исследования предварительно напряженных двухпоясных висячих покрытий. // Сборник научных трудов. Оценка рисков и безопасность в строительстве. Новые качество и надежность строительных материалов и конструкций. Москва-2012. -С.162-165.

19. Раззақов С.Р., Фридман Г.С., Раззақов Н.С., Ахмадияров У.С. О расчете предварительно напряженных двухпоясных радиальных вантовых покрытий при симметричных и односторонних загрузениях. // Расчет и проектирование металлических конструкций. научной–практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения профессора Е.И. Белени. Москва-2013. -С.165-171.

20. Раззақов С.Р., Ахмадияров У.С., Раззақов Н.С. Экспериментальные исследования работы круглых двухпоясных предварительно напряженных висячих покрытий. // г. Киев-2013 НИИСК, Будівельні конструкції Выпуск 78 -С. 580-587.

21. Раззаков С.Р., Фридман Г.С., Раззаков Н.С., Ахмадиёров У.С. К расчету двухпоясных радиальных вантовых покрытий при симметричных и односторонних загрузках. // Прошлое и современное состояние исследований, проектирования и строительства тонкостенных пространственных конструкций. Москва-2013. –Тезисы докладов научной сессии. -С. 38-39.

22. Ахмадияров У.С., Раззаков Н.С. Исследование прочностных и деформативных характеристик образцов элементов конструкций моделей висячих двухпоясных // Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Инновационные технологии в строительстве Ташкент-2013. -С. 36-39.

23. Ахмадияров У.С. Исследование висячих покрытий большепролетных уникальных зданий методом моделирования// Современные проблемы строительных материалов и конструкций. Материалы международной научно-технической конференции. Самарканд-2013. -С. 288-292.

24. Раззаков С.Р., Ахмадиёров У.С. К расчету предварительно-напряженных двухпоясных радиально вантовых покрытий на эллиптическом плане. // Ресурсосберегающие технологии в строительстве. Межвузовский сборник научных трудов, Ташкент-2014. ТашИИТ, -С. 12-15.

25. Ахмадиёров У.С. Учет изменения продольного распора в двухпоясных висячих системах // Тошкент архитектура курилиш институти, Бино ва иншоотлар кафедраси, Биноларни лойихалашнинг функционал асослари мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Тошкент-2015, С. 215-219.

26. Ахмадиёров У.С., Сайфиддинов Д.С. Икки тасмали осма томёпмаларни қўлланилишининг ҳозирги ҳолати // Фарғона политехника институти «Замонавий бино ва иншоотларни лойихалаш, барпо этиш, техник эксплуатация қилиш, реконструкциялаш ва модернизациялашнинг долзарб муаммолари» Республика илмий-амалий анжуман материаллари. Фарғона-2015, 90-91 б.

27. Axmadiyurov U.S., Sadullayev X.A. Aylana shaklidagi oldindan zo'riqtirilgan ikki tasmali osma tomyopmalarning eksperimental tadqiqotlar metodikasi // Xalqaro ilmiy konferentsiya materiallari to'plami 4-qism Pereyaslav-Xmel'ybtskiy- 2017, 79-84 b.

28. Axmadiyurov U.S., Abdushukurov A. Aylana shaklidagi diametri 120 metrli oldindan zo'riqtirilgan ikki tasmali tomyopma modelining konstruksiyasi // TAQI. 2017. Qurilishda innovatsion texnologiyalar, Respublika ilmiy-texnik Anjuman materiallari to'plami 2-qism Toshkent-2017, 167-170 b.

29. Razzakov N.S., Axmadiyurov U.S.//Research of contour rings behaviour of suspended roofs.// Conference proceedings I international Azerbaijan-Ukraine «BUILDING INNOVATIONS-2018» P 192-194, Baku-PolMTU.

Автореферат «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий–амалий журнал таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларини мослиги текширилди.
(05. 02. 2019 й.)

Нашриёт лицензияси №10-3694. 24.05.2016
Бичими 60x45 ¹/₁₆, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3.5. Адади: 100. Буюртма: № 3.

«Special printing service» босмаҳонасида чоп этилди.
Босмаҳона манзили: 100170, Тошкент ш., Чилонзор кўчаси, 1А-уй.

