

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ ХАМДА ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ
ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.09.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ
КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ**

СААТОВА НОДИРА ЗИЯЕВНА

**ТУЗ КОРРОЗИЯСИГА УЧРАГАН АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИ
КЎПРИКЛАРИНИНГ ТЕМИР БЕТОНЛИ ОРАЛИҚ ҚУРИЛМАСИ
ҚОЛДИҚ РЕСУРСИ**

**05.09.02 – Асослар, пойдеворлар ва ер ости иншоотлари.
Кўприклар ва транспорт тоннеллари. Йўллар ва метрополитенлар**

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

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

Саатова Нодира Зияевна

Туз коррозияси таъсирига учраган автомобиль йўллари кўприкларининг
темирбетонли оралиқ қурилмаси қолдиқ ресурси..... 3

Саатова Нодира Зияевна

Остаточный ресурс железобетонных пролетных строений автодорожных
мостов, подверженных солевой коррозии 21

Saatova Nodira Ziyaevna

Residual resource of reinforced-concrete superstructures of the
highway bridges subject to salt rust 37

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 41

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ ҲАМДА ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ
ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.09.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ
КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ**

СААТОВА НОДИРА ЗИЯЕВНА

**ТУЗ КОРРОЗИЯСИГА УЧРАГАН АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИ
КЎПРИКЛАРИНИНГ ТЕМИР БЕТОНЛИ ОРАЛИҚ ҚУРИЛМАСИ
ҚОЛДИҚ РЕСУРСИ**

**05.09.02 – Асослар, пойдеворлар ва ер ости иншоотлари.
Кўприклар ва транспорт тоннеллари. Йўллар ва метрополитенлар**

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

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № B2017.1PhD/T.125 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент автомобиль йўллариини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Ишанходжаев Абдурахман Асимович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Мамажанов Рахимжон Курбанович
техника фанлари доктори, профессорка фанлари

Низомов Шухрат Рашидович
техника фанлари номзоди, профессор
физика-математика фанлари доктори, профессор
Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Етакчи ташкилот:

Диссертация ҳимояси Тошкент автомобиль йўллариини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти ҳамда Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc. 27.06.17.Т.09.01 рақамли илмий кенгашнинг 2017 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади(Манзил: 100060, Тошкент ш., А.Темур шоҳ кўчаси,20 уй. Тел./факс: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент автомобиль йўллариини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100060, Тошкент ш., А.Темур шоҳ кўчаси, 20 уй. Тел.: (99871) 232-14-79.)

Диссертация автореферати 2017 йил «___» _____ кун тарқатилди.
(2017 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестер баённомаси).

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

А.М.Бобоев
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, т.ф.н

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда магистрал йўл тармоқларининг кенгайиши, йўловчилар ва юклар ташиш ҳажмларининг ортиши ҳисобига катта шаҳарлар инфратузилмасини ривожлантиришда турли хилдаги транспорт иншоотлари, жумладан кўприклар алоҳида аҳамиятга эга. Буюк Британия Транспорт Департаменти маълумотларига кўра, бутун кўприк иншоотларининг 10% ини коррозиядан шикастланганлиги туфайли таъмирлаш талаб этилмоқда.¹ Темирбетон кўприк конструкцияси бузилишининг асосий сабаби – хлоридлар таъсири туфайли коррозияга учрашидир. Шу сабабли темирбетон конструкцияларнинг хлоридлардан коррозия шикастланишларини олдини олиш соҳасига хорижий мамлакатларда алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Дунё мамлакатларида транспорт иншоотларининг мустаҳкамлиги, узоққа чидамлилиги, хизмат муддатини узайтириш бўйича ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш ва транспорт иншоотларининг мустаҳкамлиги ва сифат кўрсаткичларини оширишда бетон ва арматура коррозияси таъсирини ҳисобга олиш каби йўналишларда мақсадли илмий изланишларни амалга ошириш алоҳида аҳамият касб этмоқда. Бу борада, жумладан кўприклар оралиқ қурилмалари ресурсини ҳисоблашда бетон ва арматура коррозияси таъсирини ҳисобга олиш усулларини такомиллаштириш ҳамда эксплуатация қилинаётган бетон ва арматураси коррозияланган конструкцияларнинг узоққа чидамлилигини ошириш, бетон ва арматураси коррозияланган оралиқ қурилмаларнинг юк кўтариш қобилиятини баҳолаш ва мустаҳкамлигини замонавий компьютер технологияларидан фойдаланиб ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш каби йўналишларда илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Республикамиз мустақилликка эришгач транспорт коммуникациялари тизимларида ер усти иншоотларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация қилиш жараёнларини сифат жиҳидан такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилди. Ҳозирги кунда республикамиз автомобиль йўлларида 7000 дан ортиқ кўприклар эксплуатация қилинмоқда. Ушбу кўприкларнинг ишончлилигини ошириш ва мустаҳкамликка ҳисоблаш бўйича бир қатор вазифалар бажарилган. Шулар билан бир қаторда бугунги кунда транспорт коммуникация тизимларида сунъий иншоотлар ресурсларини ошириш учун ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш талаб этилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... йўл-транспорт, муҳандислик-коммуникация ва ижтимоий инфратузилмаларни ривожлантириш ҳамда модернизация қилиш бўйича мақсадли дастурларни амалга ошириш, ...»² вазифаси белгилаб берилган. Бу борада автотўл кўприклари ресурсини ҳисоблаш, уларнинг эксплуатацион ишончлилигини ошириш, янги барпо этилаётган ҳамда эксплуатациядаги

¹<http://www.undergroundexpert.info/mirovoy-opit>

²2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

кўприкларнинг ишончилигини таъминлаш бўйича илмий тадқиқот ишларини амалда кенг миқёсида олиб бориш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 6 мартдаги ПҚ-2313-сон «Муҳандислик-коммуникация ва йўл-транспорт инфратузилмасини ривожлантириш ва модернизация қилиш дастури тўғрисида»ги Қарори, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 1 июндаги ПФ-5066-сон «Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш тизими самарадорлигини тубдан ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари ва Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 24 августдаги 242-сон «Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятларда уларнинг олдини олиш ва ҳаракат қилиш давлат тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши-нинг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Математика, механика, иншоотлар сейсמודинамикаси ва информатика» ва XIV. «Сейсмология, бинолар ва иншоотлар сейсмик хавфсизлиги ва қурилиш» устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Мамлакатимиздаги ва хориждаги замонавий илмий адабиётларда бетон ва темирбетоннинг коррозияси 30 - 40 – йиллардан бошлаб ўрганиб келинади. Ҳозирги пайтда бу муаммо транспорт иншоотлари учун энг долзарб бўлаётганлиги маълум бўлди. Бетон ва арматура коррозияси шароитларида кўприк конструкцияларининг узоққа чидамлилигини ошириш муаммоларига бағишланган масалаларнинг такомиллаштирилиши қурилиш конструкцияларининг ишончилигини, кўприкларнинг темирбетон оралиқ қурилмалари ресурсини прогноз қилиш бўйича жаҳондаги йирик тадқиқотчилар, жумладан М. Akiyama, М. Matsuzaki, D.H. Dang, A.Desò, В.В. Болотин, Л.И. Иосилевский, В.П. Чирков, В.О. Осипов, А.А. Потапкин, И.А. Урманов, В.И. Шестериков, С.Н. Алексеев, В.М. Москвин, Е.А. Антонов, С.С. Гордон ва бошқалар илмий тадқиқот ишлари олиб боришган.

Юртимизда бетон ва арматура коррозияси шароитларида конструкцияларнинг узоққа чидамлилигини ошириш муаммоларига бағишланган масалаларнинг такомиллаштирилиши соҳасида бир қатор олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган. Жумладан А.А. Ашрабов қурилиш конструкцияларининг ишончилиги бўйича, кўприкларнинг темирбетон оралиқ қурилмалари ресурсини прогноз қилиш бўйича Р.К. Мамажанов, Т. Мукумов, Р.З. Низамутдинова, темирбетон оралиқ қурилмаларнинг бетон ва арматурасидаги коррозия жараёнлари соҳасида О.И. Кильдеева тадқиқотлар олиб бориб муҳим ижобий натижаларга эришган.

Бугунги кунда кўприк оралиқ қурилмасида бетон ва арматура коррозияси ўзаро узвий боғлиқлиги, арматуранинг коррозия жараёнлари чуқур ўрганилган ва уларни оралиқ қурилмаларни ҳисоблаб чиқишда эътиборга олиш юзасидан

тавсиялар ишлаб чиқилган. Эксплуатация қилинаётган кўприк оралик қурилмаларининг қолдиқ ресурсини прогноз қилиш бўйича математик формулаларда кўриб чиқиладиган вақт онда дарзлар мавжудлиги, металлнинг занглаши ва бошқа шикастланишлар тўлиқ ҳисобга олинмайди. Юқоридаги фикрларнинг таҳлили, ҳозирги пайтда мавжуд темирбетон оралик қурилмаларни техник диагностика маълумотлари асосида ҳисоблаш усуллариининг, мавжуд меъёрий ҳужжатларда эксплуатация босқичида кўприкларда музламага қарши тузлар ишлатиш таъқиқланганлиги ҳақида кўрсатмалар, туз коррозияси шароитларида шикастланишларнинг ривожланиш даражасини прогноз қилиш юзасидан тавсиялар етарли эмаслигини кўрсатди.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий-таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация мавзуси Тошкент автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти илмий-тадқиқот ишлари режаси асосида А-14-23 «Темир йўл кўприклари металл оралик қурилмаларининг эксплуатацион ишончлилиги» лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади автойўл кўприклари оралик қурилмалари ресурсини аниқлаш усуллариини бетон ва арматура коррозияси таъсирини ҳисобга олиб такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

эксплуатация қилинаётган автойўл кўприклариини текширишларнинг мавжуд натижаларини умумлаштириш услубини такомиллаштириш;

бетон ва арматурасида коррозия бўлган кўприк оралик қурилмаларининг юк кўтариш қобилиятини баҳолаш усуллариини такомиллаштириш;

бетон ва арматурасида коррозия бўлган, эксплуатация қилинаётган кўприк оралик қурилмаларининг қолдиқ ресурсини прогноз қилиш усуллариини такомиллаштириш;

бетон ва арматура коррозиясининг автойўл кўприклариининг эксплуатацион ишончлилигига таъсирини камайтириш юзасидан тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида туздан коррозияланган автойўл кўприклариининг темирбетон оралик қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети туздан коррозияланиш шароитларида эксплуатация қилинаётган автойўл кўприклариининг таъмирлаш оралиғи муддатини режалаштиришда темирбетон оралик қурилмалари қолдиқ ресурси кўрсаткичларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида бетон ва арматура коррозиясининг юк кўтариш қобилиятига таъсирини баҳолашнинг мавжуд меъёрий ҳужжатлардаги усуллари, шикастланган оралик қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини баҳолаш усуллариини ишлаб чиқишда бетон ва арматура коррозияси жараёнининг ривожланиш қонунияти, текширув натижаларини қайта ишлаш ва математик статистика усуллариинидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

бетоннинг туздан коррозияланишини миқдорий баҳолаш усули ишлаб чиқилган;

оралиқ курилмаларнинг юк кўтариш қобилиятини, бетон ва арматуранинг туздан коррозияланишини эътиборга олган ҳолда аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган;

вақт ўтиши билан бетон ва арматурадаги коррозия жараёнларини ифодалаш боғлиқликлари ишлаб чиқилган;

эксплуатациядаги автойўл кўприклари темирбетон оралиқ курилмаларнинг қолдиқ ресурсини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

эксплуатация қилинаётган автойўл кўприklarининг темирбетон оралиқ курилмалар ресурсини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган;

олиб борилган тадқиқотлар натижасида темирбетон оралиқ курилмаларнинг бетон ва арматурасини коррозиядан ҳимоялаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

темирбетон оралиқ курилмаларнинг техник ҳолатини доимий мониторинг қилиш ва уларнинг қолдиқ ресурсларини аниқлаш усуллари яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий тадқиқотларни математик статистика қоидалари асосида амалга оширилганлиги, кўприк оралиқ курилмалари ресурсига нуқсон ва шикастланишларнинг таъсирини баҳолаш бўйича назарий боғлиқликларни кўприklar эксплуатация қилинаётган оралиқ курилмаларини текшириш ва синаш маълумотлари асосида таққослаш, шунингдек, турли илмий конференцияларда муаммонинг кенг муҳокамаси билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти эксплуатация қилинаётган темирбетон оралиқ курилмалар элементларида шикастланишлар тўпланиш жараёнини ифодаловчи математик боғлиқлиklar ишлаб чиқиш, шунингдек, оралиқ курилмалар бетон ва арматураси коррозиясини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаш усуллари такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти таъмирлашлараро муддатларни тўғри режалаштириш, транспорт воситаларининг кўприкда узлуксиз ва хавфсиз ҳаракатланишини ва конструкциянинг эксплуатацион ишончлилигини оширишни таъминловчи, диагностика натижаларини ҳисобга олган ҳолда, кўприklarни лойиҳалаш ва реконструкция қилиш учун қолдиқ ресурсни прогноз қилишнинг қулай усуллари ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Туз коррозиясига учраган автойўл кўприклари темирбетон оралиқ курилмалари қолдиқ ресурсини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

транспорт иншоотларининг бетон ва арматуранинг туздан коррозияланишини ҳисобга олган ҳолда ресурсини аниқлаш усуллари Ўзбекистон Республикаси автомобиль йўллари Давлат Қўмитаси томонидан автомобиль йўллари кўприклари бетон ва арматурасини коррозиядан ҳимоялаш жараёнларига жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси автомобиль йўллари Давлат Қўмитаси» 2017 йил 26 октябрь 08/3408-2955-сон маълумотномаси). Илмий натижанинг амалиётда қўлланилиши эксплуатация жараёнида кўприк

элементлари коррозиядан ҳимоялаш натижасида 15-20% хизмат муддатини узайтириш ҳамда кўприк оралик қурилмаларини ҳисоблаш услубларини такомиллаштириш имконини берган;

бетоннинг туздан коррозияланишини миқдорий баҳолаш, оралик қурилмаларнинг юк кўтариш қобилиятини, вақт ўтиши билан бетон ва арматурадаги коррозия жараёнларини ҳисоблаш услублари Ўзбекистон Республикаси автомобиль йўллари Давлат Қўмитасида автомобиль йўллари кўприклари мустаҳкамлиги ва ресурсини ошириш жараёнларига жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси автомобиль йўллари Давлат Қўмитаси» 2017 йил 26 октябрь 08/3408-2955-сон маълумотномаси). Илмий натижанинг амалиётда қўлланилиши эксплуатация жараёнида кўприк элементлари хизмат муддатини 15-20% узайтириш ҳамда кўприк оралик қурилмаларини ҳисоблаш услубларини такомиллаштириш имконини берган;

автойўл кўприклари оралик қурилмалари ресурсини аниқлаш усуллари ИҚН 111-16 “Автомобиль йўлларидаги транспорт иншоотларининг бетон ва темирбетон конструкцияларини емирилишдан (атмосфера, шўр грунт ва ер ости сувларининг таъсиридан) ҳимоялаш бўйича Йўриқнома”, ИҚН 110-16 “Кўприк таянчлари, оқимни йўналтирувчи дамбалар ва траверсалар олдида маҳаллий ювилишларни ҳисоблаш бўйича техник кўрсатмалар”, ИҚН 112-16 “Меъёридан ортиқ оғир юкларни кўприк иншоотларидан ўтказиш тартиби бўйича Йўриқнома”ларга киритилган ва улар бугунги кунда амалиётда кўприклар хизмат муддатини узайтириш ҳамда кўприк оралик қурилмаларини ҳисоблаш услубларини такомиллаштиришда фойдаланиб келинмоқда.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 12 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 28 илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, жумладан, 9 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 105 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот

натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Темирбетон оралиқ қурилмаларнинг бетон ва арматурасидаги коррозия жараёнлари”** деб номланган биринчи бобда автойўл кўприкларидаги туздан коррозияланган оралиқ қурилмалар ҳолатини баҳолаш масалалари шарҳлари келтирилган. Бетон ва арматура коррозияси шароитларида кўприк конструкцияларининг узоққа чидамлилигини ошириш муаммоларига бағишланган масалаларнинг такомиллаштирилиши қурилиш конструкцияларининг ишончилигини (В.В. Болотин, Л.И.Иосилевский, В.П.Чирков, В.О.Осипов, А.А.Потапкин, А.А.Ашрабов в.б.), кўприкларнинг темирбетон оралиқ қурилмалари ресурсини прогноз қилиш (Е.А. Антонов, С.С.Гордон, Л.И.Иосилевский., В.П.Чирков, Р.К.Мамажанов, Т.Мукумов, Р.З.Низамутдинова, И.А.Урманов, В.И. Шестериков), темирбетон оралиқ қурилмаларнинг бетон ва арматурасидаги коррозия жараёнлари (С.Н. Алексеев, В.М. Москвин, О.И. Кильдеева) соҳасидаги тадқиқотлар билан чамбарчас боғлиқ.

Аммо шу пайтгача ушбу маълумотларнинг натижалари бўйича таъмирлараро муддатларни режалаш учун қолдиқ ресурсни прогноз қилиш ва кўприклардаги эксплуатация қилинаётган оралиқ қурилмаларнинг юк кўтариш қобилиятини миқдорий баҳолаш қийин. Шу билан бирга, мавжуд меъёрий ҳужжатларда эксплуатация босқичида кўприкларда музламага қарши тузлардан фойдаланишни таъқиқлаш ҳақида кўрсатмалар ва туздан коррозияланиш шароитларида шикастланишларнинг ривожланиш даражасини прогноз қилиш юзасидан тавсиялар етарли эмас.

Ҳозирги вақтда кўприкларда музламага қарши асосий восита сифатида тузлардан фойдаланилади.

Ўзбекистон Республикаси шароитларида тунги ва кундузги ҳароратлар кескин ўзгариб турганда музламага қарши реагентлар ишлатилгандан кейин муз жадал эрийди ва гидроизоляцияда носозликлар ва деформация чоклари бўлганда тузли сув тезда бетонга киради. Ташқи муҳит ҳароратининг кескин ортиши бетоннинг жадал қуришига олиб келади ва бетонда тўпланадиган туз миқдори мўътадил иқлим шароитларига қараганда Ўзбекистоннинг табиий шароитларида кўпроқдир.

Музламага қарши воситалар ва тузга қарши реагентларнинг яхши ва ёмон томонлари бор. Моҳиятига кўра, “музламага қарши реагент” номи шуни билдирадики, бу модда атроф – муҳит, яъни муз қоплами билан реакцияга киришади.

Бундай кимёвий жараён, шунингдек, ҳам ташқи – табиий ҳарорат, ҳам кимёвий омилларга боғлиқ.

Ўзбекистондаги йўлларда, асосан, техник туздан фойдаланилади. У Қорақалпоғистон ҳудудида қазиб олинади ва ҳозирги кунда музга қарши энг арзон ва самарали восита ҳисобланади.

Жиззах политехника институтининг қурилиш материаллари ва буюмларини синаш лабораториясида Ўзбекистон Республикаси автомобиль йўлларида фойдаланиладиган туз кимёвий таҳлил қилинди. (1-жадвал)

Техник тузларнинг кимёвий таҳлили

Кўрсаткич номи	Тузларнинг асосий кўрсаткичлари	
	Белоруссия, Украина	Қорақалпоғистон
Натрий хлорнинг масса улуши	90,00%	97,11%
Кальций – ионнинг масса улуши	0,80%	0,28%
Магний - ионнинг масса улуши	0,80%	0,04%
Сульфата - ионнинг масса улуши	0,20%	0,75%
Сувдаги эримайдиган қолдиқнинг масса улуши	3,7%	0,55%
Намликнинг масса улуши	4,5%	1,27%
Калий ферроцианиднинг масса улуши	0,01% кўп эмас	-

1 - жадвалдан кўриниб турибдики, Қорақалпоғистондаги туз таркибида коррозияга сабаб бўладиган натрий хлор миқдори, бошқа давлатларда фойдаланиладиган тузларга қараганда кўп. Хлоридлар миқдори юқори бўлган тузлардан музга қарши фойдаланиш ва кўприklar эксплуатациясининг паст даражаси автойўл кўприklarидagi темирбетон оралиқ қурилмалар ҳолатининг ялпи ёмонлашишига ва уларнинг ресурси ва эксплуатацион ишончилиги пасайишига олиб келиши мумкин.

Диссертациянинг “**Туздан коррозияланишнинг темирбетон оралиқ қурилмаларишига таъсирини техник диагностика қилиш ва баҳолаш усулларини такомиллаштириш**” деб номланган иккинчи бобида Тошкент шаҳри (Бобур кўчасидаги автойўл кўприги) ва Жиззах вилоятидаги кўприklarнинг оралиқ қурилмаларини текшириш ва синаш натижалари берилган. Бу ерда ҳар хил шикастланишларнинг оралиқ қурилмалар ишига таъсири, конструкция ҳақиқий ўлчамларининг лойиҳавий ўлчамларга мувофиқлиги баҳоланди. Шикастланишлар жойлашган жойлар, арматуранинг коррозия даражаси белгиланади. Дарзларнинг очилиш эни ўлчаш оралиғи 0,05 мм бўлган дарз ўлчагич билан ўлчанди. Тўсинларнинг эгилишлари қобирғанинг пастки қирраси бўйича 1 мм аниқлик билан нивелирлаб аниқланди.

Конструкциялардаги бетоннинг мустаҳкамлиги склерометр ёрдамида бузмасдан синаш усули билан аниқланди. Конструкциядаги ҳар бир элемент бўйича камида олтитадан ўлчов олинди.

Оралиқ қурилмаларнинг тўсинларида бетон синиб тушган жойлар ва очилиш эни 0,1 мм гача бўлган дарзлар кўп, қатнов қисм плитаси ва қобирғадаги ишчи арматура яланғочланиб қолган, бетон 20 см гача узунликда синган жойлар бор. Сувни чиқариб юборувчи қувурлар ишламаяпти. Сув тўсиндан оқиб ичкарига кирган ва арматура ва бетоннинг коррозияланишига олиб келган. Четки тўсинлар бундан ҳам ёмон аҳволда. Улардаги бетоннинг ўртача мустаҳкамлиги лойиҳавий мустаҳкамлик 30 МПа бўлган ҳолда 15 МПа, оралиқ тўсинларда – 27 МПа ни ташкил этади.

Тўпланган қолдиқ эгилиш техник диагностика вақтига келиб меъёрлар бўйича рухсат этилган катталиқ 6 мм бўлган ҳолда, ўрта тўсинлар учун 11,0 мм, четки тўсинлар учун 21 мм ни ташкил қилди.

Текширув вақтида четки тўсинлардаги бетоннинг мустаҳкамлиги туздан коррозияланиш натижасида деярли икки баробар камайган.

2 - жадвал

Узунлиги 16,76 м бўлган № 18 оралиқ тўсинларни текшириш натижалари
(Тошкент шаҳри Бобур кўчасидаги автойўл кўприги)

Тўсинлар ҳолатининг тавсифи	Оралиқ қурилма тўсинининг рақами									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Бетон мустаҳкамлиги МПа (лойиҳавий R=30МПа):										
- қобирға	15	25	23	24	22	22	26	22	25	12
- плита	10	25	26	22	24	26	25	25	27	12
2. Эгилиш, мм (меъёр бўйича 40,6мм)	58	49	64	28	38	37	39	38	17	31
3. Ёриқлар (очириш кенглиги меъёрлар бўйича 0,2мм):										
- 0,15мм гача очилган, дона;	35	23	24	21	17	16	27	18	21	44
-0,15ммдан катта очилган, дона;	11	7	9	-	-	4	6	9	7	6
- худди шу жами узунлиги, м,	9,3	4,5	8,2	-	-	2,7	4,1	8,3	4,7	3,5
4. Паррон дарзлари кўп бўлган участкалар, м ²	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25
5. Бетон ҳимоя қатламининг қатламланиб кўчиши, м ²	0,72	-	-	-	-	0,8	0,9	1,1	-	1,13
6. Бетоннинг узилиб тушишлари ва арматуранинг яланғочланиб қолиши, м	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
7. Бетоннинг ишқорий ювилиши, м ²	19,2	5,7	1,60	-	-	1,8	2,0	2,1	1,7	6,1

2 - ва 3 – жадвалларда берилган сонлар таҳлилидан кўринадики, оралиқ қурилма тўсинлари жиддий шикастланган. Бу шикастланишларнинг асосий сабаби қурилиш ишларининг сифатсиз бажарилганлигидир. Йўлўтказгичларни қуришда сувни чиқариб юборувчи қувурлар асфальтбетон ёки қурилиш чиқиндилари билан тўлиб қолган, бу эса оралиқ қурилманинг қатнов қисмидаги сув яхши четлатилмаслигига сабаб бўлган. Гидроизоляция шикастланган ҳолда, қатнов қисмида сув тўпланиб қолиши унинг тўсинлар ичига киришига, бунинг оқибатида бетондаги ишқорларнинг ювилишига сабаб бўлган. Бу тўсинлар плитасининг пастки қирраларида оҳак изларидан кўриниб турибди. Изоляция қатламининг шикастланиши тротуар тўсиқлари, сувни чиқариб юборувчи қувурлар ва деформация чокларида энг кўп кузатилади. Сув тўсинлар плитаси бетонини емириб боради, арматура занг билан қопланади, ҳимоя қатламини емиради, бетон қатламланиб кўчади.

Оралиқ курилмаларнинг амалдаги деформация тавсифларини рухсат
этилган тавсифлар билан таққослаш

Оралиқлар/ тўсинлар рақами	Амалдаги (суратда) ва рухсат этилган (мах-ражда) эластик эгилиш-лар, синаш юкламала-ридан ҳосил бўлган, мм	Бўйлама профилнинг амалдаги (суратда) ва рухсат этилган (махражда) синиш бурчаклари	
		Қўзғалувчан вертикал юклама бўлмаганда	Синов юкламаси қўйилганда
1	2	3	4
6/1	<u>2,7</u> 3,9	<u>8,5</u> 8	<u>11,8</u> 13
6/2	<u>2,6</u> 3,9	<u>8,5</u> 8	<u>11,7</u> 13
6/3	<u>2,1</u> 3,9	<u>8,3</u> 8	<u>10,7</u> 13
6/9	<u>2,1</u> 3,9	<u>8,3</u> 8	<u>11,7</u> 13
27/9	<u>2,7</u> 3,9	<u>8,6</u> 8	<u>12,0</u> 13

Кейинги йиллардаги тадқиқотлар натижалари таҳлилининг кўрсатишича, асосий сабаб эксплуатация жараёнининг паст даражадалиги ва кўприкларда қатнов қисмининг муз билан қопланишига қарши тузлар ишлатилишидир.

Бетонга тузли сув тез-тез тушиши сабабли оралиқ курилмаларнинг четки тўсинлари энг кўп шикастланади. Бу ерда четки консолларнинг ишчи арматурасидаги коррозия даражаси 60% га етади, бетоннинг мустаҳкамлиги эса коррозия туфайли деярли 2 баробар камайган. Натижада плитанинг консол қисми асосий тўсиннинг қобирғасига туташган жойларда 1 мм гача очилган дарзлар пайдо бўлган ва консолларнинг эгилиши кучайиб кетган.

Диссертацияда бетоннинг карбонланиш жараёнида оралиқ курилма бетони мустаҳкамлигининг камайишини миқдорий баҳолаш услуби тавсия қилинади.

Хлоридларнинг бетонга сингиб кириш чуқурлигини аниқлаш учун бетонга ҳар хил эритмалар шимдириш усулларида фойдаланилган. Шу мақсадда участкалардан (одатда, бу асосий тўсиндаги четки плитанинг ташқи консоли) бетон синдириб олинди ва рангсиз фенолфталеиннинг спиртли эритмаси билан ишлов берилди. Тузли муҳитга тушган фенолфталеин рангини тўқ қизилгача ўзгартирди ва шу кўрсаткичлар бўйича хлоридларнинг конструкцияга сингиб кириш чуқурлигини белгилаш мумкин бўлди. Эритма суртилгандан 1 - 2 минут кейин нейтралланиш чуқурлиги ўлчаб кўрилди. Намуналарни текшириш шуни кўрсатдики, плитанинг амалда барча калинлигида тузлар сингиб кириши кузатилди.

Шундай қилиб, тузларнинг сингиб кириш чуқурлигини аниқлашнинг қабул қилинган услуби оралиқ курилмаларни ҳисоблаш учун бетоннинг коррозияланган, шикастланган қатламини аниқлаш имконини берди.

Туздан коррозияланган участкаларда бетон мустаҳкамлиги Шмидт склерометри билан зарбали импульс бериш усулида аниқланди. Синовларни бошладан олдин “билвосита тавсиф - мустаҳкамлик” даражалаш боғлиқлиги курилди. Бунинг учун 67 - МО лабораториясида оралиқ курилмалардан олинган керн намуналари синаб кўрилди.

Синов натижалари бўйича $a_0=37,5$; $a_1=3,9$ ҳосил қилинди ва боғлиқлик куйидаги кўринишда берилди:

$$\bar{R}_{exp} = 3,9H_{exp} - 37,5 \quad (1)$$

Бетон УК – 140 ультратовуш асбоби билан синалганда даражалаш боғлиқлиги белгиланди “тезлик - мустаҳкамлик” боғлиқлиги РСТ Уз 764-96 бўйича аниқланадиган коэффицентни ҳисобга олган ҳолда ҳосил қилинди.

Бетоннинг карбонланиш ва арматуранинг коррозия даражаси аниқланадиган намуналар айнан шу тўсинлардан олинди.

Кернлар олинган участкаларда ультратовушнинг ўтиш тезлиги аниқланди. Ҳаммаси бўлиб 6 та керн бурғиланди. Кернлар ГОСТ 10180-90 бўйича синалди.

Бажарилган ишлар натижаларига кўра коррозия шароитларида бетоннинг мустаҳкамлигини аниқлаш формуласи тайинланди. У куйидаги кўринишда бўлади:

$$R = a_0 v - a_1 \quad (2)$$
$$a_0 = 0,0344; \quad a_1 = -105,5;$$

Бу ерда v —ультратовушнинг ўртача ўтиш тезлиги.

(2) формула бўйича бетон мустаҳкамлигини аниқлашдаги хатолик 10% фозидан ошмайди.

Бетон ва арматуранинг туздан коррозияланиш даражасини ҳисоблаб топишдан мақсад коррозиянинг оралиқ курилмаларнинг юк кўтариш қобиляти ва ресурсига таъсирини баҳолашдир.

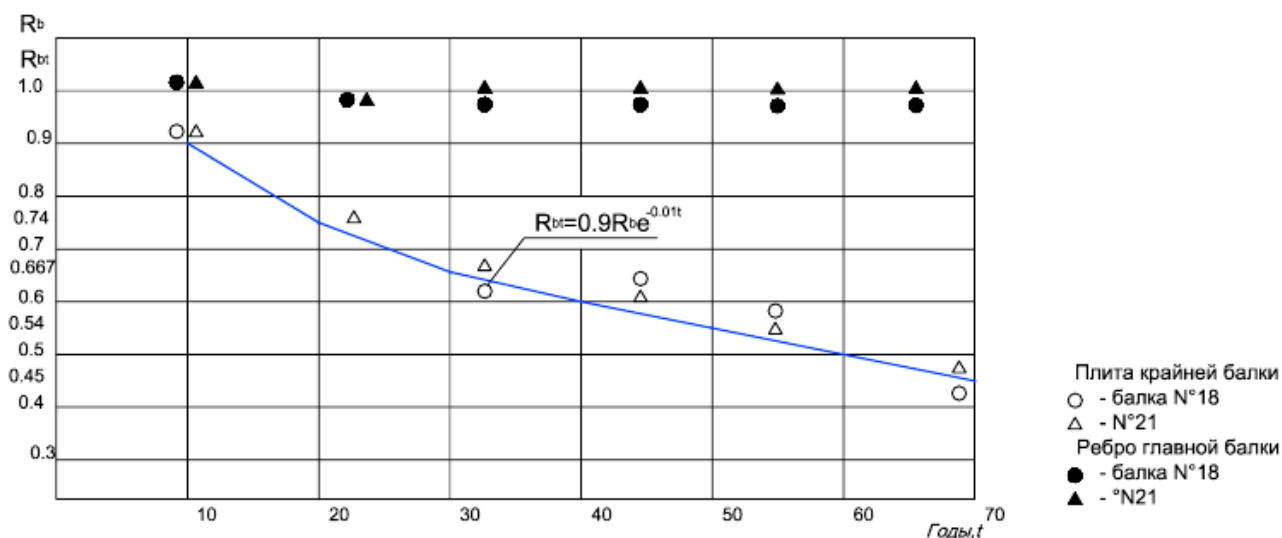
Бетондаги тузлар таркибидаги зарарли реагентларнинг кимёвий таркиби ва бошқа омиллар орқали коррозия чуқурлигини аниқлаб чиқилган кўплаб тадқиқотлар ишончли ҳимоялаш учун етарли қалинлигини таъминлаш асосий ҳисобланади.

Таъкидлаб ўтиш керакки, кўрсатилган ишлар бўйича амалий ҳисобларда туздан коррозияланишнинг оралиқ курилмалар ишига таъсирини ҳисобга олиш қийин.

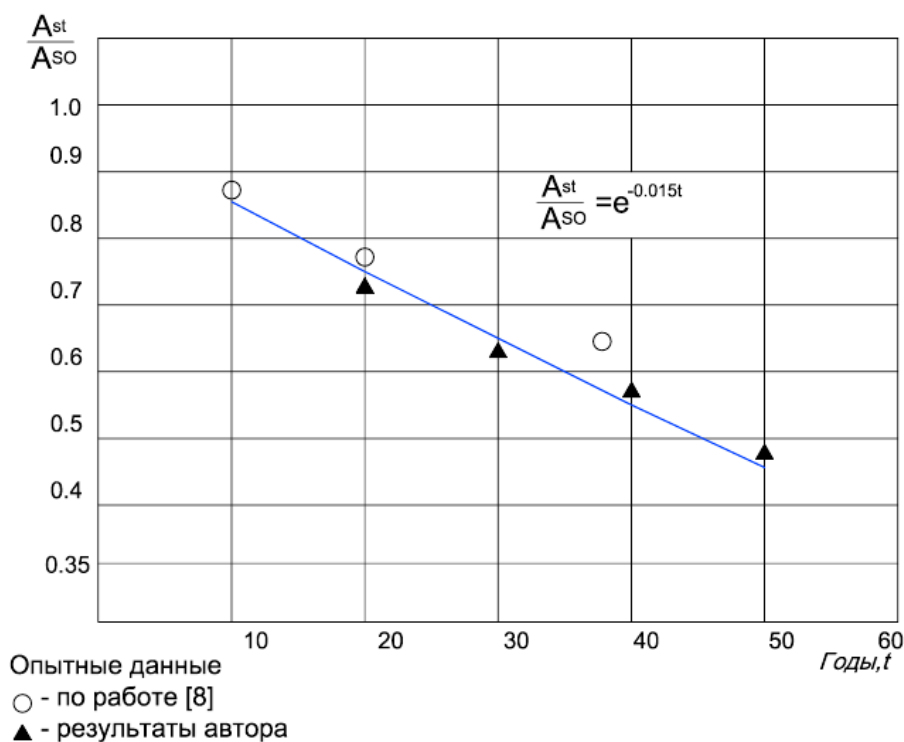
Энг тўғриси – ҳисобларда бевосита эътиборга олинадиган, омилларни ўлчаш бўйича кўп йиллик мавжуд тажриба маълумотларини таҳлил қилиш асосида ресурсни ҳисоблаш усули ҳисобланади.

Мумкин бўлган бундай йўналишлардан бири туздан коррозияланиш таъсирини бетоннинг мустаҳкамлиги ва арматура кесими юзасининг камайиши орқали баҳолашдир. Шу мақсадда мавжуд кўп йиллик тажриба маълумотлари ҳамда кейинги йилларда мавжуд темирбетон оралиқ курилмаларни текшириш ва синаш натижасида олинган маълумотлар ишланди. Ҳаммаси бўлиб, Тошкент шаҳридаги автйўл йўлўтказгичларининг оралиқ курилмаларидаги бетон ва арматура мустаҳкамлигини 32 марта ўлчаш натижалари ишланди.

Асосий тўсин қобирғасидаги бетон мустаҳкамлигининг камайиши қатнов қисми плитасидагига қараганда анча паст бўлади.



1 – расм. Туздан коррозияланишда бетон мустаҳкамлигининг камайиши



2 – расм. Арматура кесими юзасининг дастлабки кесим юзасидан улушларида камайиши

A_{S0} – арматуранинг дастлабки юзаси;

A_{St} – коррозиядан кейинги арматура кесими юзаси.

Туздан коррозияланишнинг арматурага таъсир даражасини аниқлаш учун юзадаги дарзлар энг катта очилган жойдаги плитадан коррозияланган арматура

чиқариб олинди. Арматуранинг амалдаги диаметри, унинг сирти коррозия маҳсулотларидан тозалангандан кейин ўлчанди. Бир вақтнинг ўзида уни чиқариб олмасдан, бетоннинг химоя қатлами очилгандан кейин ўлчанди.

Вақт ўтиши билан бетон мустаҳкамлиги камайишини ифодалаш учун қуйидаги экспоненциал формула таклиф этилади:

$$R_{bt} = R_b b e^{-\alpha t} \quad (3)$$

бу ерда R_b – лойиҳавий мустаҳкамлик; b ва α мустаҳкамликни вақт бўйича камайиш тезлигини ифодаловчи параметрлар; t – эксплуатация бошлангандан буён ўтган вақт, йиллар.

Мавжуд маълумотларни қайта ишлаш натижасида қуйидаги ҳосил қилинди

$$R_{bt} = 0,9 R_b e^{-0,01t} \quad (4)$$

Туздан коррозияланиш шароитларида арматуранинг диаметри 43 йил эксплуатация қилингандан кейин амалда 2 баробар камайган.

Вақт ўтиши билан арматура кесими юзасининг камайишини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$A_{st} = A_{s0} e^{0,015t} \quad (5)$$

бу ерда A_{s0} – арматуранинг дастлабки юзаси; t – эксплуатация бошлангандан буён ўтган вақт, йиллар.

Диссертациянинг **“Туздан коррозияланган темирбетон оралиқ қурилмалар ресурси”** деб номланган учинчи бобда бетон ва арматуранинг туздан коррозияланиш таъсирининг оралиқ қурилма элементларининг юк кўтариш қобилиятига таъсири аниқланган. Туздан коррозияланган оралиқ қурилмаларнинг юк кўтариш қобилияти, туз таъсирига учрамаган оралиқ қурилмаларникига қараганда деярли 2 баробар кам бўлиши кўрсатиб берилган.

Амалда меъёрий ҳужжатларга кўра ҳисобий кесимдаги чегаравий эгувчи моментлар арматуранинг коррозияси ва бетоннинг сиқилган зонасидаги нуқсонлар билан ҳисобга олган ҳолда коэффицентлар билан аниқланади. Бу ерда бетоннинг туздан коррозияланиш таъсирини конструкциянинг юк кўтариш қобилиятига таъсирини эътиборга олиш қийин.

Таврсифат кесимли оралиқ қурилмада сиқилган зона $x > h'_f$ туз коррозияси таъсирига учраган ҳолатда чегаравий момент қуйидагича аниқланади:

$$M_{cr} = R_{b1} b_f x_1 \left(h_0 - \frac{x_1}{2} \right) + R_b (h'_f - x_1) b_f \cdot \left[h_0 - (h'_f - x_1) \cdot 0,5 \right] + R_b b (x - h_f) \left[h_0 - \frac{x - h_f}{2} \right] - R_s A'_s (h_0 - a'_s); \quad (6)$$

бунда h'_f – тавр кесим плитасининг баландлиги; h_f – коррозияга учраган бетон қалинлиги; R_{b1} – коррозияга учраган бетон мустаҳкамлиги; h_f ва R_{b1} – оралиқ қурилмаларни текшириш жараёнида топилади.

Аниқланган чегаравий эгилиш моменти M_{cr} орқали техник диагностика қилинаётган вақтдаги оралиқ қурилманинг кўтариш қобилияти топилади ва керак бўлганда автомобиль юкларини чеклаш бўйича тадбирлар белгиланади.

Бетон ва арматуранинг шикастланиш меъёрини шикастланишлар тўпланишининг чизиқли усуллари асосида ҳисоблаш таклиф қилинди. Шикастланиш меъёри бўйича таклиф этилган формулалар оралиқ қурилмалар конструкциялари ресурсини прогноз қилишда фойдаланиш учун қулайдир.

Ташқи таъсирлардан ҳосил бўлган шикастланишлар, кўриб чиқиладиган вақтда юкланиш тарихига боғлиқ бўлмай, уларни илгариги шикастланишлар билан қўшиш мумкин. Шикастланиш даражасининг катталиги $0 \leq \Psi \leq 1$, юклашнинг бошида $\Psi=0$; конструкциянинг юк кўтариш қобиляти тугаб бўлган пайтда $\Psi=1$.

Юқоридаги тадқиқотларни таҳлил қилиш асосида шундай хулоса чиқариш мумкинки, шикастланишлар меъёри сифатида бетон мустаҳкамлигининг ва арматурадаги коррозия даражасининг амалдаги кўрсаткичларини қабул қилиш кўпроқ мақсадга мувофиқ.

Бетоннинг шикастланишлар меъёрини аниқлаш учун қуйидаги боғлиқлик олинди:

$$\Psi_b = a(1 - 0,9e^{-0,01t}) \quad (7)$$

$$a = \frac{R_b}{R_b - R_{cr}}; \quad (8)$$

бу ерда R_b – бетоннинг лойиҳавий мустаҳкамлиги; R_{cr} – бетон мустаҳкамлигининг максимал камайиш даражаси.

(7) формула бўйича техник диагностиканинг исталган вақти – t да бетон мустаҳкамлигининг амалдаги ўлчамлари бўйича бетондаги шикастланишлар меъёрининг қийматини аниқлаш мумкин.

Худди шундай, техник диагностиканинг исталган вақти – t да арматурадаги шикастланишлар меъёрини қуйидаги боғлиқлик билан ифодалаш мумкин:

$$\Psi_{st} = b(1 - e^{-0,015t}) \quad (9)$$

$$b = \frac{A_s}{A_s - A_{cr}} \quad (10)$$

A_s – арматура юзасининг лойиҳавий қиймати; A_{cr} – арматура юзасининг максимал камайиш даражаси.

Эксплуатация қилинаётган оралиқ қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини ҳисоблаб топишнинг амалий усули ишлаб чиқилди. Қолдиқ ресурсни ҳисоблаш учун асосий маълумотлар техник диагностика натижасида аниқланган параметрлар ҳисобланиши кўрсатиб берилди.

Туздан коррозияланган оралиқ қурилмаларнинг қолдиқ ресурси, эксплуатация шароитлари меъёрида бўлган шундай конструкциялар қолдиқ ресурсидан 3 баробаргача кам бўлиши аниқланди. Вақт ўтиши билан шикастланишлар меъёрини ифодалаш учун ҳосил қилинган формулалар оралиқ қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини техник диагностика натижалари бўйича аниқлаш учун олинган боғлиқлик қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta T_{\text{res},b} = - \frac{\ln \frac{a+\Psi_{bt_1}-1}{0,9a}}{0,01} \quad (11)$$

Арматура коррозияси бўйича оралик қурилманинг қолдиқ ресурси худди шу каби топилади:

$$\Delta T_{\text{res},s} = - \frac{\ln \frac{b+\Psi_{st_1}-1}{b}}{0,015} \quad (12)$$

Шундай қилиб, ҳосил қилинган формулалар бўйича туздан коррозияланган, эксплуатация қилинаётган темирбетон оралик қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини аниқлаш мумкин. Бунда асосий дастлабки маълумот техник диагностика натижалари ҳисобланади.

Бундай қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини таклиф этилаётган усул бўйича ҳисоблаш конкрет мисолда кўрсатилган.

Аниқланган қолдиқ ресурс тўғрисидаги маълумотлар оралик қурилмани таъмирлаш вақтини тўғри таъминлаш имкониятини беради.

Диссертациянинг **“Темирбетон оралик қурилмалардаги бетон ва арматура коррозиясига қарши курашиш усуллари”** деб номланган тўртинчи бобда шулар кўрсатиб берилганки, коррозия ривожланишининг асосий сабаби – таркибида хлор бўлган моддалар кўп миқдорда бўлган реагентлардан қиш вақтида муз қоплашига қарши фойдаланиш ҳисобланади. Маҳаллий тузлардан автойўл кўприклари қатнов қисмининг музлашига қарши фойдаланишни таъқиқлаш таклиф этилган.

Бетон ва арматура коррозиясига қарши самарали чора - тадбирлар тавсия қилинган. Коррозиядан ҳимоялаш бўйича кўрсатмалари бўлган амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Кўприкларга техник хизмат кўрсатишни таъминлашнинг мавжуд структураси эксплуатация талабларига жавоб бермаслиги кўрсатилган. Эксплуатация қилинаётган оралик қурилмалар ҳолатининг кузатилган ёмонлашиши эксплуатация хизмати ишининг ташкил этилмаганлиги натижасидир.

Кўприк хўжалиги эксплуатацияси хизмати структурасини қайта кўриш таклиф этилади. Бу структура тадбиқ этилганда ходимлар штати кўпаймайди ва таъмирлаш ишларини бажариш учун механизация билан яхши жиҳозланган, яхлитлаштирилган ишлаб чиқариш бўлимлари пайдо бўлади, конструкциянинг ҳолати ҳақидаги ахборотни ҳисобга олиш йўлга қўйилади.

“Туз коррозияси таъсирига учраган автойўл кўприклари темирбетон оралик қурилмаларининг қолдиқ ресурси” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

Хулоса

«Туз коррозиясига учраган автомобиль йўллари кўприklarининг темир бетонли оралик қурилмаси қолдиқ ресурси» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Автойўл кўприklarидаги эксплуатация қилинаётган оралик қурилмаларни текшириш бўйича мавжуд натижаларни таҳлил қилиш асосида шу аниқландики, ҳозирги вақтда кўприklarда муз қатламига қарши асосий таркибида хлор бўлган тузлардан фойдаланишдир. Республикада ишлатиладиган тузлар таркибидаги натрий хлорид миқдори бошқа МДХ давлатларида ишлатиладиган тузларга қараганда кўп.

2. Автойўл кўприklarидаги темирбетон оралик қурилмалар техник ҳолатининг ёмонлашишига, асосий сабаб – хлоридлар миқдори юқори бўлган тузлардан фойдаланиш ва эксплуатация жараёнининг паст даражада ташкил этилишидир. Бунинг натижасида оралик қурилмаларнинг ресурси камаёди.

3. Туздан коррозияланишнинг бетон ва арматура ҳолатига таъсир даражасини аниқлашнинг амалий усули ишлаб чиқилди. Бетон мустаҳкамлигининг ва арматура кесими юзасининг вақт ўтиши билан камайиш катталигини аниқлашнинг математик формулалари ҳосил қилинди.

4. Бетон ва арматуранинг туздан коррозияланиши оралик қурилмалар юк кўтариш қобилиятининг деярли икки баробар камайишига сабаб бўлиши аниқланди.

Оралик қурилмалар юк кўтариш қобилиятининг камайишини техник диагностика маълумотлари бўйича баҳолашнинг амалий усули таклиф этилди.

Олинган натижалар оралик қурилманинг техник диагностикавақтидан бошлаб ишлаш режимини тайинлаш имкониятини беради.

5. Туздан коррозияланиш даражасини шикастланишлар меъёри билан аниқлашнинг ҳисоблаш усули таклиф қилинди.

6. Туздан коррозияланган темирбетон оралик қурилмаларни қолдиқ ресурсини аниқлашнинг амалий усули ишлаб чиқилди. Ҳисоблар учун асосий параметр – техник диагностика жараёнида аниқланадиган шикастланишлар ҳисобланади. Бетон ва арматуранинг туздан коррозияланиши эксплуатация қилинаётган оралик қурилмаларнинг қолдиқ ресурсини деярли уч баробаргача камайитириши мумкинлиги кўрсатиб берилди.

Оралик қурилмаларнинг қолдиқ ресурси тўғрисидаги маълумот эксплуатация жараёнида таъмирлаш вақтини аниқлаш имконини яратди.

7. Бетон ва арматуранинг коррозияланишига қарши самарали чора – тадбирлар ишлаб чиқилди. Оралик қурилмалардаги бетон ва арматуранинг коррозиядан ҳимоялаш бўйича кўрсатмалар берилган амалий тавсиялар ишлаб чиқилди.

8. Кўприklarга техник хизмат кўрсатишнинг мавжуд структураси замонавий эксплуатация талабларига жавоб бермаслиги кўрсатиб берилди. Эксплуатация қилинаётган оралик қурилмалар ҳолатининг кузатиладиган

ёмонлашиши эксплуатация хизмати ишларининг етарлича ташкил этилмаганлиги натижасидир.

9. Кўприк хўжалиги эксплуатацияси хизматининг структурасини қайта қуриш таклиф этилди. Бу структура жорий қилинганда штатдаги ходимлар кўпаймайди ва таъмирлаш ишларини бажариш учун механизация билан яхши жиҳозланган яхлитлаштирилган ишлаб чиқариш бўлимлари пайдо бўлади, конструкцияларнинг ҳолати ҳақидаги ахборотни ҳисобга олиш йўлга қўйилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.27.06.2017.Т.09.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО
ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, А ТАКЖЕ ПРИ ТУРИНСКОМ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ,
СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

СААТОВА НОДИРА ЗИЯЕВНА

**ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ
СОЛЕВОЙ КОРРОЗИИ**

05.02.09 - Основания, фундаменты и подземные сооружения. Мосты и
транспортные тоннели. Дороги и метрополитены

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2017

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2017.1PhD/T.125.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог.

Автореферат диссертации на двух языках (узбекский, русский) размещен на веб-странице по адресу www.tayl.uz и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.

Научный руководитель:

Ишанходжаев Абдурахман Асимович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Мамажанов Рахимжан Курбанович
доктор технических наук, профессор

Низамов Шухрат Рашидович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

**Ташкентский институт инженеров
железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится «___» _____ 2017 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.09.01 при Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог и Туринском политехническом университете в городе Ташкенте (Адрес: 100060, г. Ташкент, проспект А.Темура, 20. Тел./факс: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог (зарегистрирована № ____). (Адрес: 100060, г. Ташкент, проспект А.Темура, 20. Тел.: (99871) 232-14-79).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2017 года.
(реестр протокола рассылки № ____ от «___» _____ 2017 года).

А.А. Рискулов,
Председатель Научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

А.М. Бабаев,
Ученый секретарь Научного совета по присуждению
учёных степеней, к.т.н.

А.А. Ашрабов,
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире, за счет расширения магистральных сетей дорог, увеличения объемов перевозок пассажиров и грузов, в развитии инфраструктуры больших городов имеют важное значение различные транспортные сооружения, в том числе мосты. В Великобритании, по данным Департамента Транспорта, мосты, подлежащие ремонту из-за коррозионных повреждений, составляют около 10% всего мостового парка. Основная причина разрушения железобетонной мостовой конструкции – это появления коррозии из-за воздействия хлоридов. В связи с этим зарубежом уделяется особое внимание предотвращению коррозии от воздействия агрессивных хлоридов.

В странах мира особое значение придается выполнению целевых научных исследований по совершенствованию методов расчета долговечности и прочности, продлению сроков службы транспортных сооружений, а также в сфере изучения влияния коррозии бетона и арматуры на прочность и показателей качества транспортных сооружений. В этом направлении, в частности, совершенствование методов учета влияния коррозии бетона и арматуры в расчетах ресурса пролетных строений мостов, а также в повышении долговечности эксплуатируемых конструкций, бетон и арматура которых подвержены коррозии. Оценки грузоподъемности и прочности пролетных строений, подверженных коррозии с использованием современных компьютерных технологий считается одним из важных задач.

С приобретением независимости нашей Республики в системе транспортных коммуникаций, большое значение придавалось качественному совершенствованию процессов проектирования, строительства и эксплуатации надземных сооружений. В настоящее время в Республике эксплуатируется более 7 тыс. мостов. По повышению надежности и расчету на прочность этих мостов выполнены ряд задач. Наряду с этими требуется совершенствование методов расчета по ресурса искусственных сооружений в системе транспортных коммуникаций. В Стратегии действий дальнейшего развития Республики Узбекистан, в том числе определены следующие задачи « ... осуществления целевых программ по развитию и модернизации дорожно-транспортных, инженерно-коммуникационных и социальных инфраструктур, ... ». Приобретает в широком смысле важное значение научно-исследовательский подход к расчету ресурса автодорожных мостов в этом плане, повышение эксплуатационной надежности, и обеспечение надежности вновь возводимых и эксплуатируемых мостов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №ПП-2313 от 6 марта 2015 г. «О Программе развития и модернизации инженерно-коммуникационной и дорожно-транспортной инфраструктуры на 2015-2019 годы», №ПП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-5066 от 1 июня 2017

г. «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» и Постановлением Кабинета Министров №242 от 24 августа 2001 г. «О дальнейшем совершенствовании государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан», 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 приоритетными направлениями развития науки и технологий республики IV. «Математика, механика, сейсמודинамика сооружений и информатика» и XIV. «Сейсмология, сейсмобезопасность зданий и сооружений и строительство».

Степень изученности проблемы. В современной отечественной и зарубежной научной литературе коррозия бетона и железобетона изучается с 30 – 40-х годов. В настоящее время стало известно, что наиболее актуальной эта проблема становится для транспортных сооружений. В условиях коррозии бетона и арматуры совершенствование задач по проблемам долговечности мостовых конструкций, надежности строительных конструкций, а также прогнозирование ресурса железобетонных пролетных строений мостовых конструкций изучались такими исследователями мирового масштаба, как М. Akiyama, М. Matsuzaki, D.H. Dang, A.Decò, В.В. Болотин, Л.И. Иосилевский, В.П. Чирков, В.О. Осипов, А.А. Потапкин, И.А. Урманов, В.И. Шестериков, С.Н. Алексеев, В.М. Москвин, Е.А. Антонов, С.С. Гордон и др.

В нашей стране в условиях коррозии бетона и арматуры рядом ученых проведены исследования в области совершенствования вопросов, посвященных проблемам повышения долговечности конструкций. В частности по надежности строительных конструкций А.А. Ашрабовым, по прогнозированию ресурса пролетных строений железобетонных мостов Р.К. Мамажановым, Т. Мукумовым, Р.З. Низамутдиновой, в области процессов коррозии бетона и арматуры железобетонных пролетных строений О.И. Кильдеевой проведены исследования и получены важные положительные результаты.

На сегодняшний день глубоко изучено тесная взаимосвязанность коррозии бетона и арматуры в пролетных строениях моста, процессы коррозии арматуры разработаны рекомендации по учету их в расчетах пролетных строений. В математических формулах по прогнозированию остаточного ресурса эксплуатируемых пролетных строений не в полном объеме учитываются на рассматриваемый момент времени такие повреждения как наличие трещин, коррозия металла и другие повреждения. Анализ вышеизложенных положений показало недостаточность на сегодняшний день методов расчета существующих железобетонных пролетных строений мостов на основе технической диагностики, указаний о запрещении солей против гололеда на мостах в стадии эксплуатации и рекомендаций по прогнозированию степени развития повреждений в условиях солевой коррозии в существующих нормативных документах.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских проектов Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, прикладного научного гранта на тему А-14-25 «Эксплуатационная надежность металлических пролетных строений железнодорожных мостов» (2015-2017).

Целью исследования является совершенствование методов определения ресурса пролетных строений автодорожных мостов с учетом влияния коррозии бетона и арматуры.

Задачи исследования:

- совершенствование методов обобщения имеющихся результатов обследований эксплуатируемых железобетонных автодорожных мостов;
- совершенствование методов оценки грузоподъемности пролетных строений, имеющих коррозию бетона и арматуры;
- совершенствование методов прогнозирования остаточного ресурса эксплуатируемых пролетных строений, имеющих коррозию бетона и арматуры;
- разработка рекомендаций по снижению влияния коррозии бетона и арматуры на эксплуатационную надежность автодорожных мостов.

Объектом исследования являются пролетные строения автодорожных мостов, имеющих солевую коррозию.

Предметом исследования являются показатели остаточного ресурса железобетонных пролетных строений при планировании межремонтных сроков эксплуатируемых автодорожных мостов в условиях солевой коррозии.

Методы исследования. В процессе исследования использованы существующие в нормативных документах методы оценки влияния процесса коррозии бетона и арматуры на грузоподъемность, закономерность развития процессов коррозии бетона и арматуры при разработке методов оценки остаточного ресурса поврежденных пролетных строений, методы обработки результатов обследований и математической статистики.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработан способ количественной оценки солевой коррозии бетона;
- разработаны методы определения грузоподъемности пролетных строений с учетом солевой коррозии бетона и арматуры;
- оценка степени солевой коррозии бетона и арматуры усовершенствованы на основе теории линейного накопления повреждений;
- разработаны зависимости для описания процесса коррозии в бетоне и арматуре во времени;
- разработаны методы расчета остаточного ресурса эксплуатируемых железобетонных пролетных строений автодорожных мостов.

Практические результаты исследования состоит из следующих:

- усовершенствованы методы расчета ресурса эксплуатируемых железобетонных пролетных строений автодорожных мостов;
- по результатам проведенных исследований разработаны рекомендации по защите от коррозии бетона и арматуры железобетонных пролетных строений;

разработаны методы определения остаточного ресурса и мониторинга технического состояния железобетонных пролетных строений.

Достоверность результатов исследования подтверждается проведением исследований современными методами и средствами, выполнением теоретических исследований по положениям математической статистики, сравнением теоретических зависимостей по оценке влияния дефектов и повреждений на ресурс пролетных строений с данными обследования и испытания эксплуатируемых пролетных строений мостов, а также широким обсуждением проблемы на различных научных конференциях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в разработке математических зависимостей, отражающих процесс накопления повреждений в элементах пролетных строений в процессе эксплуатации, а также в усовершенствовании методов расчета железобетонных пролетных строений с учетом коррозии бетона и арматуры.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке удобных для проектирования и реконструкции мостов методов прогнозирования ресурса с учетом результатов диагностики конструкций, которые позволят правильно планировать межремонтные сроки и обеспечить безопасность и бесперебойность движения транспортных средств на мосту и повысить эксплуатационную надежность конструкций.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по определению остаточного ресурса железобетонных пролетных строений автодорожных мостов, подверженных солевой коррозии:

Методы определения ресурса транспортных сооружений с учетом солевой коррозии бетона и арматуры были внедрены в процесс защиты бетона и арматуры автодорожных мостов от коррозии Государственным Комитетом Республики Узбекистан по автомобильным дорогам. (Справка «Государственного Комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам» от 2017 йил 26 октября № 08/3408-2955). Применение научных результатов в процессе эксплуатации мостовых элементов защиты от коррозии позволило на 15-20% повысить сроки службы, а также усовершенствовать методов расчета пролетных строений мостов;

Методы количественной оценки солевой коррозии бетона, расчета грузоподъемности пролетных строений, процесса коррозии бетона и арматуры во времени были внедрены в процессе повышения ресурса и прочности автодорожных мостов в Государственном Комитете Республики Узбекистан по автомобильным дорогам. (Справка «Государственного Комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам» от 2017 йил 26 октября № 08/3408-2955). Применение научных результатов в процессе эксплуатации мостовых элементов защиты от коррозии позволило на 15-20% повысить сроки службы, а также усовершенствовать методов расчета пролетных строений мостов;

методы определения ресурса пролетных строений автодорожных мостов включены в ИКН 111-16 «Инструкция по защите бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений на автомобильных

дорогах от разрушения (от воздействий - атмосферных, засоленных грунтов и подземных вод)», ИКН 110-16 «Технические указания по расчету местного размыва у опор мостов, струенаправляющих дамб и траверсов», ИКН 112-16 «Инструкция по пропуску сверхнормативных грузов по мостовым сооружениям» и на сегодняшний день они применяются на практике при продлении сроков службы мостов, а также в усовершенствовании методов расчета пролетных строений мостов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования апробированы на 5 международных и 12 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 28 научных работ. Из них 11 научных статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), в том числе 9 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 105 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируется цель работы, описываются объекты исследования, дается общая характеристика проблемам улучшения технического состояния автодорожных мостов в Узбекистане.

Излагаются основные результаты работы, которые выносятся на защиту, отмечается их научное значение и практическая ценность.

В первой главе диссертации под названием «Коррозионные процессы в бетоне и арматуре железобетонных пролетных строений» приведен обзор по вопросам оценки состояния пролетных строений автодорожных мостов, подверженных солевой коррозии.

Совершенствование вопросов, посвященных проблемам повышения долговечности конструкций мостов в условиях коррозии бетона и арматуры, тесно связано с исследованиями в области надежности строительных конструкций (В.В. Болотин, Л.И.Иосилевский, В.П.Чирков, В.О.Осипов, А.А.Потапкин, А.А.Ашрабов и др), прогнозирования ресурса железобетонных пролетных строений мостов (Е.А. Антонов, С.С.Гордон, Л.И.Иосилевский., В.П.Чирков, Р.К.Мамажанов, Т.Мукумов, Р.З.Низамутдинова, И.А.Урманов, В.И. Шестериков), коррозионных процессов в бетоне и арматуре железобетонных пролетных строений (С.Н. Алексеев, В.М. Москвин, О.И. Кильдеева).

Однако до настоящего времени по результатам этих данных трудно количественно оценить грузоподъемность эксплуатируемых пролетных строений мостов и прогнозировать остаточный ресурс для планирования

межремонтных сроков. Вместе с тем в существующих нормативных документах отсутствуют указания о запрещении солей против гололеда на мостах в стадии эксплуатации и рекомендации по прогнозированию степени развития повреждений в условиях солевой коррозии.

В настоящее время основным средством для борьбы против наледи на мостах является использование солей.

В условиях Республики Узбекистан при резком колебании ночных и дневных температур происходит интенсивное оттаивание льда на мосту после применения антигололедных реагентов, и при имеющихся неисправностях гидроизоляции и деформационных швов соленая вода быстро поступает в тело бетона. Резкое увеличение температуры внешней среды способствует интенсивному осушению бетона и количество отложившихся солей в теле бетона в естественных условиях Республики больше чем в умеренных климатических условиях.

Несмотря на неоднократные запреты на применение солей против наледи, эксплуатационные организации продолжают использовать различные антиреагентные соли, мотивируя отсутствием других методов борьбы.

Антигололедные средства и противоледные реагенты имеют как свои плюсы, так и минусы. По своей сути – название «антигололедный реагент» свидетельствует о том, что вещество вступает в реакцию с окружающей средой, т.е. ледяным покровом.

Подобный химический процесс также зависит от ряда факторов, как внешних – природно-температурных, так и химических.

На дорогах Узбекистана, главным образом, используется техническая соль, которая добывается на территории Каракалпакстана, являющаяся на сегодняшний день самым дешевым и эффективным средством против наледи

В лаборатории по испытанию строительных материалов и изделий Джизакского политехнического института выполнен химический анализ, используемой на автомобильных дорогах Республики соли (табл. 1.)

Таблица 1

Химический состав технических солей

Наименования показателя	Основные показатели солей	
	Белоруссия, Украина [99]	Каракалпакстан
Массовая доля хлористого натрия	90,00%	97,11%
Массовая доля кальция - иона	0,80%	0,28%
Массовая доля магний - иона	0,80%	0,04%
Массовая доля сульфата - иона	0,20%	0,75%
Массовая доля нерастворимого остатка в воде	3,7%	0,55%
Массовая доля влаги	4,5%	1,27%
Массовая доля ферроцианида калия	Не более 0,01%	-

Как видно из табл. 1, в составе соли Каракалпакстана содержание хлористого натрия, вызывающего коррозию, больше чем в солях, используемых в других странах. Использование солей с высоким содержанием хлоридов против наледи и низкий уровень эксплуатации мостов может привести к массовому ухудшению состояния железобетонных пролетных строений автодорожных мостов и снижению их ресурса и эксплуатационной надежности.

Во второй главе диссертации под названием «Совершенствование методов технической диагностики и оценки влияния солевой коррозии на работу железобетонных пролетных строений» приводятся результаты обследования и испытания пролетных строений мостов в г. Ташкенте (автодорожный мост по ул. Бобур) и Джизакской области. Здесь приведены оценка влияния различных повреждений на работу пролетных строений, соответствие фактических размеров конструкций проектным, устанавливались места расположения повреждений, степень коррозии арматуры. Ширина раскрытия трещин измерялась трещиномером с ценой деления 0,05мм. Прогибы балок определялись нивелированием по нижней грани ребра с точностью 1мм.

Прочность бетона конструкций устанавливалась неразрушающим методом склерометром Шмидта. По каждому элементу конструкций проведено не менее 6 измерений.

В балках пролетных строений имеются многочисленные сколы бетона и трещины с шириной раскрытия до 0,1мм, оголена рабочая арматура по плите проезжей части и ребру, имеются выколы бетона на длине до 20см. Водоотводные трубы не работают. Вода стекает по балке, проникая внутрь и вызывая коррозию арматуры и бетона. В более плохом состоянии находятся крайние балки. Их средняя прочность бетона составляет 15 МПа, а промежуточных – 27 МПа при проектной 30 МПа.

Накопленный остаточный прогиб к моменту технической диагностики составил для средних балок 11,0мм, для крайних – 21,0мм при допустимой величине по нормам 6мм.

Прочность бетона крайних балок на период обследования уменьшилась почти в 2 раза в результате солевой коррозии; количество трещин на поверхности крайних балок в 1,8 – 2 раза больше чем в средних балках; остаточный прогиб крайних балок практически в 2 раза больше чем у средних.

Анализ данных, приведенных в табл. 2 и 3, показывает, что балки пролетного строения имеют существенные повреждения. Основной причиной появления этих повреждений явилось некачественное выполнение строительных работ. При строительстве путепровода водоотводные отверстия оказались заполненными асфальтобетоном или строительным мусором, что послужило причиной плохого отвода воды с проезжей части пролетных строений. Скопление воды на проезжей части при поврежденной гидроизоляции способствовало ее проникновению вглубь балок, и, как следствие, выщелачиванию бетона, что хорошо видно по белым потекам извести на нижних гранях плит балок. Наиболее часто повреждения изоляционного слоя наблюдаются у тротуарных бордюров, водоотводных трубок и деформационных швов.

Таблица 2

Результаты обследования балок пролета №18 длиной 16,76м
(автодорожный мост по ул. Бобур в г.Ташкенте)

Характеристика состояния балок	Номер балки пролетного строения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Прочность бетона МПа (проектная R=30МПа):										
- ребро	15	25	23	24	22	22	26	22	25	12
- плита	10	25	26	22	24	26	25	25	27	12
2.Прогиб, мм (по нормам 40,6мм)	58	49	64	28	38	37	39	38	17	31
3.Трещины (ширина раскрытия по нормам 0,2мм):	35	23	24	21	17	16	27	18	21	44
- раскрытием до 0,15мм, шт;	11	7	9	-	-	4	6	9	7	6
-раскрытием свыше 0,15мм, шт;										
-тоже, суммарная протяженность, м	9,3	4,5	8,2	-	-	2,7	4,1	8,3	4,7	3,5
4. Участки с многочисленными сквозными трещинами, м ²	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,25
5. Отслоение защитного слоя бетона, м ²	0,7									
	2	-	-	-	-	0,8	0,9	1,1	-	1,13
6. Выколы бетона с обнажением арматуры, м	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
7. Выщелачивание бетона, м ²	19,2	5,7	1,60	-	-	1,8	2,0	2,1	1,7	6,1

Таблица 3

Сравнение фактических деформативных характеристик пролетного строения с допустимыми

Номера пролетов/балок	Фактические (в числителе) и допустимые (в знаменателе) упругие прогибы, от испытательной нагрузки, мм	Фактические (в числителе) и допустимые (в знаменателе) углы перелома продольного профиля	
		при отсутствии вертикальной подвижной нагрузки	при загрузке испытательной нагрузкой
1	2	3	4
6/1	<u>2,7</u> 3,9	<u>8,5</u> 8	<u>11,8</u> 13
6/2	<u>2,6</u> 3,9	<u>8,5</u> 8	<u>11,7</u> 13
6/3	<u>2,1</u> 3,9	<u>8,3</u> 8	<u>10,7</u> 13
6/9	<u>2,1</u> 3,9	<u>8,3</u> 8	<u>11,7</u> 13
27/9	<u>2,7</u> 3,9	<u>8,6</u> 8	<u>12,0</u> 13

Вода постепенно разрушает бетон плиты балок, арматура покрывается ржавчиной, разрушает защитный слой, бетон отслаивается. Анализ результатов обследований, выполненных в последние годы, показывает, что основной причиной является низкий уровень организации эксплуатационного процесса и применение на мостах солей против обледенения проезжей части.

Наибольшие повреждения имеют крайние балки пролетных строений из-за частого попадания соленой влаги в бетон. Здесь степень коррозии в рабочей арматуре крайних консолей достигает до 60%, а прочность бетона из-за коррозии бетона снизилась почти в 2 раза. В результате в местах примыкания консольной части плиты к ребру главной балки появились трещины раскрытием до 1 мм и интенсивно стали развиваться прогибы консолей.

В диссертации предлагается методика количественной оценки снижения прочности бетона пролетного строения в процессе карбонизации бетона.

Для определения глубины проникания хлоридов в бетон использовали известные методы пропитки бетона различными растворами. С этой целью из участков, обычно это внешняя консоль плиты крайней главной балки пролетного строения, откалывали бетон и обрабатывали спиртовым раствором фенолфталеина, имеющим бесцветный вид. При попадании в солевую среду фенолфталеин менял свой цвет до малинового и по этим показателям можно было установить глубину проникания хлоридов в тело конструкции. После 1-2 минут нанесения раствора производили измерение глубины нейтрализации. Осмотр образцов показал, что практически по всей толщине плиты наблюдается проникание солей.

Таким образом, принятая методика определения глубины проникания солей позволяет определить поврежденный корродированный слой бетона для расчетов пролетных строений.

Прочность бетона на участках, подверженных солевой коррозии, определяли методом ударного импульса склерометром Шмидта.

До начала испытания построена градуировочная зависимость «косвенная характеристика – прочность». Для этого в лаборатории М0-67 испытаны образцы - керны, взятые из снятых пролетных строений.

По результатам испытания получено $a_0=37,5$; $a_1=3,9$ и зависимость представлена в виде

$$\bar{R}_{\text{exp}} = 3,9N_{\text{exp}} - 37,5 \quad (1)$$

Установлена градуировочная зависимость при испытании бетона ультразвуковым прибором УК-140. Зависимость «скорость – прочность» получена с учетом коэффициента, определяемого по РСТ Уз 764-96.

Образцы определения степени карбонизации бетона и коррозии арматуры сняты именно из этих балок.

На участках, где намечалось снятие кернов, определяли скорость прохождения ультразвука. Всего забурено 6 кернов. Испытания кернов выполнили по ГОСТ 10180-90.

По результатам выполненных работ установлена зависимость для определения прочности бетона в условиях коррозии, которая имеет вид

$$a_0 = 0,0344; \quad a_1 = -105,5; \text{ тогда}$$

$$R = a_0 v - a_1 \quad (2)$$

где v - средняя скорость прохождения ультразвука.

Погрешность при определении прочности бетона по (2) не превышает 10%.

Основной целью расчетного определения степени солевой коррозии бетона и арматуры является оценка влияния их на грузоподъемность и ресурс пролетных строений.

Имеются многочисленные исследования, в которых разработаны различные предложения по определению глубины коррозии через химический состав вредных реагентов состава бетонных солей и других факторов. В работах основой считается обеспечение толщины защитного слоя бетона, достаточного для надежной защиты от коррозии бетона и арматуры.

Следует отметить, что по результатам указанных работ трудно учитывать в практических расчетах влияние солевой коррозии на работу пролетных строений.

Наиболее правильной является разработка методов расчета ресурса на основе анализа имеющихся многолетних опытных данных измерения факторов, непосредственно учитываемых в расчетах.

Одним из возможных таких направлений является оценка влияния солевой коррозии через прочность бетона и снижение площади сечения арматуры. С этой целью обработаны имеющиеся многолетние опытные данные и данные автора, полученные за последние годы в результате обследования и испытания существующих железобетонных пролетных строений. Всего обработаны результаты 32 измерений прочности бетона и коррозии арматуры в пролетных строениях автодорожного путепровода в г. Ташкенте .

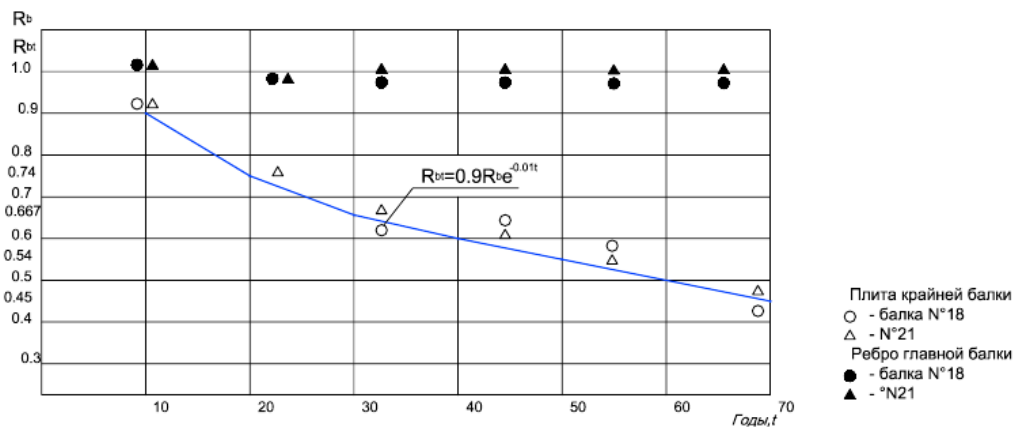


Рис. 1. Снижение прочности бетона при солевой коррозии

Снижение прочности бетона в ребре главной балки значительно ниже чем в плите проезжей части.

Для описания во времени процесса снижения прочности бетона предложена зависимость экспоненциального вида

$$R_{bt} = R_b b e^{-\alpha t} \quad (3)$$

где R_b – проектная прочность; $b=0,9$, $\alpha = 0,01$ - параметры, характеризующие скорость снижения прочности во времени; t – время от начала эксплуатации, годы.

По результатам обработки имеющихся данных получено

$$R_{bt} = 0,9R_b e^{-0,01t} \quad (4)$$

Для определения степени влияния солевой коррозии на арматуру из плиты в зоне наибольшего раскрытия поверхностных трещин извлекали корродированную арматуру. Фактический диаметр арматуры замерен после очистки поверхности арматуры от продуктов коррозии. Одновременно измеряли диаметр корродированной арматуры после вскрытия защитного слоя бетона без ее извлечения.

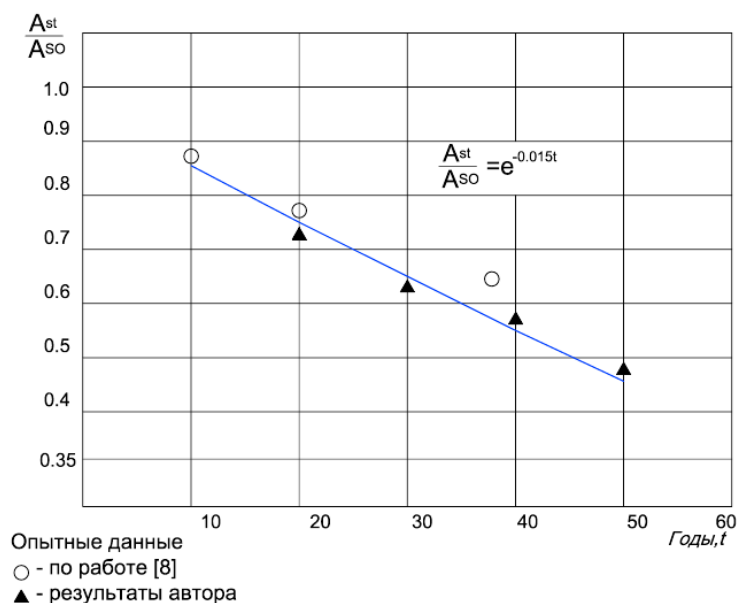


Рис.2. Уменьшение площади сечения арматуры в долях от первоначальной

A_{s0} – первоначальная площадь арматуры;

A_{st} – площадь сечения арматуры после коррозии

В условиях солевой коррозии фактический диаметр арматуры после 43 лет эксплуатации уменьшился практически в 2 раза.

Снижение площади сечения арматуры во времени может быть описано зависимостью

$$A_{st} = A_{s0} e^{0,015t} \quad (5)$$

где A_{s0} – первоначальная площадь арматуры; t – время в годах от начала эксплуатации.

В третьей главе диссертации под названием «Ресурс железобетонных пролетных строений, поврежденных солевой коррозией» выполнена оценка влияния солевой коррозии бетона и арматуры на несущую способность элементов пролетного строения. Показано, что несущая способность пролетных строений, подверженных солевой коррозии, почти в 2 раза меньше, чем несущая способность пролетных строений, не имеющих солевое воздействие.

По действующим нормативным документам предельные изгибающие моменты в расчетном сечении определяются с учетом коррозии арматуры и

дефектов в сжатой зоне бетона через коэффициенты. Здесь трудно учитывать влияние солевой коррозии бетона на грузоподъемность конструкций.

В случае когда сжатая зона $x > h'_f$, подвержена солевой коррозии предельный момент определяется зависимостью

$$M_{cr} = R_{b1}b_fx_1\left(h_0 - \frac{x_1}{2}\right) + R_b(h'_f - x_1)b_f \cdot [h_0 - (h'_f - x_1) \cdot 0,5] + R_b b(x - h_f) \left[h_0 - \frac{x - h_f}{2}\right] - R_s A'_s(h_0 - a'_s); \quad (6)$$

где h'_f - высота плиты таврового сечения; h_f - толщина корродированного слоя бетона; R_{b1} - прочность бетона в корродированной зоне; значения h_f и R_{b1} - определяется при обследовании.

Предложен расчетный способ определения меры повреждения бетона и арматуры на основе методов линейной теории накопления повреждений. Предложенные зависимости меры повреждения удобны для использования их при прогнозировании ресурса конструкций пролетных строений.

Повреждения, вызванные внешним воздействием, в рассматриваемый момент времени не зависят от истории нагружения, и они могут быть суммированы с предшествующими повреждениями. Величина степени повреждения оценивается значением $0 \leq \Psi \leq 1$, в начале загрузки $\Psi = 0$; в момент исчерпания несущей способности конструкции $\Psi = 1$.

На основании анализа вышеприведенных исследований, можно сделать вывод, что более перспективно в качестве меры повреждения принимать фактические показатели прочности бетона и степени коррозии арматуры. Получена следующая зависимость меры повреждения для бетон

$$a = \frac{R_b}{R_b - R_{cr}}; \quad (7)$$

$$\Psi_b = a(1 - 0,9e^{-0,01t}) \quad (8)$$

По (7) возможно определить значение меры повреждения бетона в любой момент t технической диагностики по фактическим измерениям прочности бетона.

Аналогично, значение меры повреждения арматуры в любой момент t технической диагностики выражается зависимостью

$$\Psi_{st} = b(1 - e^{-0,015t}) \quad (9)$$

$$b = \frac{A_s}{A_s - A_{cr}} \quad (10)$$

A_s – проектное значение площади сечения арматуры; A_{cr} – предельно допустимое значение площади сечения арматуры после коррозии.

Разработан практический способ расчетного определения остаточного ресурса эксплуатируемых пролетных строений. Показано, что основными исходными данными для расчета остаточного ресурса являются параметры, определяемые при технической диагностике.

Установлено, что остаточный ресурс пролетных строений, подверженных

солевой коррозии до 3 раз меньше остаточного ресурса таких же конструкций, находящихся в нормальных условиях эксплуатации. Полученные зависимости для описания меры повреждения во времени позволяют определить остаточный ресурс пролетных строений по результатам технической диагностики.

$$\Delta T_{res,b} = - \frac{\ln \frac{a+\psi_{bt_1-1}}{0,9a}}{0,01} \quad (11)$$

Ресурс пролетного строения по коррозии арматуры определяется аналогично

$$\Delta T_{res,s} = - \frac{\ln \frac{b+\psi_{st_1-1}}{b}}{0,015} \quad (12)$$

Таким образом, по полученным зависимостям можно определить остаточный ресурс эксплуатируемых железобетонных пролетных строений, подверженных влиянию солевой коррозии. Основными исходными данными при этом являются результаты технической диагностики.

Расчет остаточного ресурса железобетонных пролетных строений автодорожных мостов, подверженных влиянию солевой коррозии, по предлагаемым способам показан на конкретном примере.

Полученные сведения по определению остаточного ресурса позволят правильно обеспечить межремонтные сроки пролетных строений.

В четвертой главе диссертации под названием «Методы борьбы против коррозии бетона и арматуры в железобетонных пролетных строениях» показано, что основной причиной развития коррозии является использование против обледенения в зимнее время реагентов, содержащих большое количество хлорсодержащих веществ. Предложено запретить использование местных солей против обледенения проезжей части автодорожных мостов.

Рекомендованы эффективные мероприятия борьбы против коррозии бетона и арматуры. Разработаны практические рекомендации, содержащие указания по защите коррозии бетона и арматуры в пролетных строениях.

Показано, что существующая структура обеспечения технического обслуживания мостов не отвечает современным требованиям эксплуатации. Наблюдающиеся ухудшения состояния эксплуатируемых пролетных строений являются результатом недостаточной организации работ службы эксплуатации.

Предложена структурная перестройка службы эксплуатации мостового хозяйства. При внедрении предложенной структуры увеличения штатного персонала не происходит, и появляются укрупненные производственные подразделения, хорошо оснащенные механизацией для производства ремонтных работ, налаживается учет информации о состоянии конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследований, проведенных по теме «Остаточный ресурс железобетонных пролетных строений автодорожных мостов, подверженных солевой коррозии» диссертации доктора философии (PhD) представлено следующее заключение:

1. На основе анализа имеющихся результатов обследования эксплуатируемых пролетных строений автодорожных мостов, установлено, что

в настоящее время основным способом борьбы против наледи на мостах является использование хлоридсодержащих солей. Содержание хлористого натрия в применяемой соли в Республике больше чем в солях, применяемых в других странах СНГ.

2. Одним из основных причин ухудшения технического состояния железобетонных пролетных строений автодорожных мостов является использование солей с высоким содержанием хлоридов и низкий уровень организации эксплуатационного процесса. В результате этого уменьшается ресурс пролетных строений.

3. Разработан практический способ определения степени влияния солевой коррозии на состояние бетона и арматуры. Получены математические зависимости для определения величины снижения прочности бетона и площади сечения арматуры во времени.

4. Установлено, что солевая коррозия бетона и арматуры способствует уменьшению несущей способности пролетных строений почти в 2 раза.

Предложен практический способ оценки снижения несущей способности пролетных строений по данным технической диагностики.

Полученные результаты позволят установить планирование работы пролетных строений с момента технической диагностики.

5. Степень солевой коррозии предложено оценить мерой повреждения. Предложен расчетный способ определения меры повреждения.

6. Разработан практический способ расчетного определения остаточного ресурса железобетонных пролетных строений, подверженных солевой коррозии. Основным параметром для расчетов является мера повреждения, определяемая в процессе технической диагностики. Показано, что солевая коррозия бетона и арматуры может почти в 3 раза уменьшить остаточный ресурс эксплуатируемых пролетных строений.

Сведения по остаточному ресурсу пролетных строений позволят определить ремонтные сроки в процессе эксплуатации.

7. Рекомендованы эффективные мероприятия борьбы против коррозии бетона и арматуры. Разработаны практические рекомендации, содержащие указания по защите от коррозии бетона и арматуры в пролетных строениях.

8. Показано, что существующая структура обеспечения технического обслуживания мостов не отвечает современным требованиям эксплуатации. Наблюдающиеся ухудшения состояния эксплуатируемых пролетных строений являются результатом недостаточной организации работ службы эксплуатации.

9. Предложена структурная перестройка службы эксплуатации мостового хозяйства. При внедрении предложенной структуры увеличения штатного персонала не происходит, и появляются укрупненные производственные подразделения, хорошо оснащенные механизацией для производства ремонтных работ, налаживается учет информации о состоянии конструкций.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.09.01 AT TASHKENT INSTITUTE OF DESIGN,
CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF AUTOMOTIVE ROADS AND
TURIN POLYTECHNICAL UNIVERSITY IN TASHKENT**

**TASHKENT INSTITUTE OF DESIGN, CONSTRUCTION AND
MAINTENANCE OF AUTOMOTIVE ROADS**

SAATOVA NODIRA ZIYAEVNA

**RESIDUAL RESOURCES OF REINFORCED CONSTRUCTION
STRUCTURES OF ROAD BRIDGE SUPPORTED BY SALT CORROSION**

**05.09.02 – Basements, foundations and underground structures.
Bridges and transport tunnels. Roads, subways**

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

Tashkent– 2017

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.PhD/T125

The dissertation has been prepared at the Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.tayi.uz and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific supervisor:	Ishanhodjaev Abdurakhman Asimovic doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Mamajanov Raximjan Kurbanovic doctor of technical sciences, professor
	Nizamov Shuxrat Rashidovic doctor of philosophy, professor
Lead organization:	Tashkent Railway Engineering Institute

The defense will take place “ ____ ” _____ 2017 at ____ at the meeting of Scientific council No.DSc.27.06.2017.T.09.01 at Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads (Address: 100060, Tashkent city, Mirabad district, A.Temur prospect, 20. Tel./fax: (+99871) 232-14-39; e-mail: tadi_info@edu.uz.)

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads (is registered number No. ____). (Address: 100060, Tashkent city, Mirabad district, A.Temur prospect, 20. Tel.: (+99871) 232-14-45.)

Abstract of the dissertation sent out on “ ____ ” _____ 2017 y.
(mailing report No. ____ on “ ____ ” _____ 2017 y.).

A.A.Riskulov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

A.M.Baboev
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of philosophy

A.A.Ashrabov
Chairman of the academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

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

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to improve methods of determining resource spans of highway bridges considering the effects of corrosion of concrete and reinforcement.

The tasks of research work improvement of methods of generalizing the available results of the survey-work operated concrete highway bridges; the development of methods to assess carrying capacity spans with corrosion of concrete and reinforcement; improvement of methods of forecasting of a residual resource of the exploited spans with corrosion of concrete and reinforcement; development of recommendations to reduce the effects of corrosion of concrete and reinforcement on reliability of highway bridges.

The object of the work is the superstructure of road bridges with salt corrosion.

The scientific novelty of the dissertation research is the following: the developed method of quantitative evaluation of salt corrosion of concrete; developed methods for determining the load capacity of spans subject to salt corrosion of concrete and reinforcement; assessment of the degree of salt corrosion of concrete and reinforcement is improved on the basis of the theory of linear damage accumulation; designed according to the description of the corrosion process in concrete and reinforcement over time; developed methods of calculation of residual resource of the exploited reinforced concrete superstructures of highway bridges.

The outline of the thesis. Based on the conducted research on the thesis of the doctor of philosophy (PhD) on “Residual resources of reinforced construction structures of road bridge supported by salt corrosion”, the following conclusions are presented:

On the basis of the analysis of the available survey results of the operated span structures of road bridges has established that the use of chloride-containing salts is the main way to fight ice on bridges at the present time. The content of sodium chloride in the salt used in the Republic is higher than in the salts used in other CIS countries.

The use of salts with a high chloride content and a low level of organization of the operational process is one of the main reasons for the deterioration of the technical condition of the ferroconcrete spans of road bridges. As a result, the spillage resource is reduced.

A practical method has been developed to determine the degree of influence of salt corrosion on the state of concrete and reinforcement. Mathematical dependences are obtained to determine the magnitude of the decrease in strength of concrete and the cross-sectional area of the reinforcement in time.

It is established that salt corrosion of concrete and reinforcement contributes to a decrease in the bearing capacity of flying structures by almost 2 times. A practical method for estimating the reduction in the bearing capacity of span structures based on the data of technical diagnostics is proposed. The obtained results will allow to establish the planning of the work of span structures from the moment of technical diagnostics.

The degree of salt corrosion is suggested to be estimated by the measure of damage. A calculation method for determining the measure of damage is proposed.

A practical method has been developed for calculating the residual life of reinforced concrete spans that are subject to salt corrosion. The measure of damage determined in the course of technical diagnostics is the main parameter for calculations. It is shown that salt corrosion of concrete and reinforcement can reduce the residual service life of flying structures by almost 3 times. Information on the residual resource of span structures will help determine the repair time during operation.

Recommended effective measures to combat corrosion of concrete and reinforcement. Practical recommendations have been developed containing instructions for the protection against corrosion of concrete and reinforcement in span structures.

It is shown that the existing structure of maintenance of bridges does not meet modern operational requirements. The observed deterioration in the state of operated span structures is the result of insufficient organization of the operation service.

The structural reorganization of the service of exploitation of the bridge economy is proposed. When implementing the proposed structure, there is no increase in staffing, and enlarged production units appear, well equipped with mechanization for repair work, information on the state of structures is being established

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

1. Саатова Н.З. Способ определения степени влияния солевой коррозии на прочность бетона в эксплуатируемых автодорожных мостах // Проблемы механики– Ташкент, 2010. – №1 – С. 45-47.(05.00.00; №6)
2. Саатова Н.З. Расчетная оценка влияния солевой коррозии на работу бетона и арматуры // Проблемы архитектуры и строительства – Самарканд, 2010. – № 2 – С. 24-26.(05.00.00; №14)
3. Саатова Н.З. Расчетный способ определения меры повреждения бетона и арматуры // Архитектура и строительство Узбекистана –Ташкент, 2011. – № 6.– 41с. (05.00.00; №4)
4. Саатова Н.З. О колебаниях сходов пешеходных мостов. Вестник ТАДИ. Ташкент – 2013. – с. 97 – 102.(05.00.00; №15)
5. Саатова Н.З. Расчет остаточного ресурса железобетонных пролетных строений мостов по коррозии бетона и арматуры. Журнал // Проблемы механики. №3-4. с.32-34 - Ташкент - 2015(05.00.00; №6)
6. Саатова Н.З. Пути совершенствования способов борьбы против обледенения и коррозии на мостах. Журнал // Вестник ТАДИ. №2. с.55-58. Ташкент – 2015(05.00.00; №15)
7. Саатова Н.З. Влияние прогибов (провисаний) на грузоподъемность пролетных строений мостов. Журнал // Вестник ТАДИ. №2. с.51-55. Ташкент – 2015.(05.00.00; №15)
8. Саатова Н.З. Dependence to determine reduction of the strength of concrete and sectional area of armature in time. “European Science Review”, “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. №3-4 2016 March-April, p. 295-296. Vienna - 2016(05.00.00; №3)
9. Саатова Н.З. Организационные мероприятия по повышению эффективности эксплуатации железобетонных пролетных строений мостов. Журнал // Вестник ТАДИ. с. 51-54. Ташкент – 2016.(05.00.00; №15)
10. Саатова Н.З. Dependencies to determine the measure of damage and calculation of residual life of reinforced concrete superstructure, exposed to salt corrosion “European Science Review”, “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. № 9 -10. 2016 September-October, p. 210-212. Vienna - 2016.p(05.00.00; №3)
11. Саатова Н.З., Ишанходжаев А.А. Расчет грузоподъемности элементов пролетного строения в условиях солевой коррозии. Журнал // Проблемы механики. № 4. с. 29-32 - Ташкент – 2016.(05.00.00; №6)
12. Саатова Н.З., Ганиев И.Г., Эрбоев Ш. Эксплуатационное состояние железобетонных мостов в условиях жаркого климата Республики Узбекистан // Мосты и тоннели: теория, исследования, практика. Тез. докл. межд. науч. практ. конф. 11-12 октября 2007. – Днепрпетровск, 2007. – С. 14-15.
13. Саатова Н.З., Ганиев И.Г. Солевая коррозия бетона в эксплуатируемых железобетонных пролетных строениях автодорожных мостов // Проблемы

прочности материалов и сооружений на транспорте: Тез.докл. VII Межд. конф. 23-24 апреля 2008. Санкт-Петербург, 2008. – С 48-50

14. Саатова Н.З. Техничко–экономическая эффективность результатов исследований железобетонных пролетных строений автодорожных мостов, подверженных солевой коррозии. Материалы межд. науч.-техн. конф. // “Современные проблемы строительных материалов и конструкций” - Самарканд – 2013. - с. 212 – 214.

15. Саатова Н.З. Определение степени солевой коррозии бетона в железобетонных пролетных строениях автодорожных мостов. Международная научно-техническая конференция “Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений ” с. 169 – 171. Ташкент – 2016.

16. Саатова Н.З. Влияние солевой коррозии на несущую способность железобетонных пролетных строений. 11th European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences 02th June 2016, Austria, Vienna p. 35-39

17. Саатова Н.З. Оценка эксплуатационной пригодности конструкций. Межд.науч.-практ. конф. посвященной 60-летию доктора технических наук, профессора КазАДИ им. Л.Б. Гончарова Киялбаева Абды Киялбаевича «Актуальные проблемы развития строительства и эксплуатации автомобильных дорог». с. 87-91. Алматы - 2017.

18. Саатова Н.З., Ганиев И.Г. Результаты обследования железобетонных пролетных строений автодорожного путепровода по улице Бобур в городе Ташкенте // Актуальные проблемы современной техники и технологий: Сб. науч. тр. Респ.науч.техн.конф. 16-17 мая 2008. – Джизак, 2008. – С. 29-34.

19. Саатова Н.З., Ганиев И.Г., Эрбоев Ш. Результаты обследования пролетных строений автодорожного путепровода, расположенного на дорогах Джизакской области // Актуальные проблемы современной техники и технологий: Сб. науч. тр. Респ.науч.техн. конф. 16-17 мая 2008. - Джизак, 2008. – С. 35-39.

20. Саатова Н.З., Ш.Ш. Шожалилов., А.Т. Эргашев. Влияние эксплуатационных факторов на разрушение железобетонных пролетных строений автодорожных мостов // Вопросы развитияавтомобильно-дорожного комплекса Узбекистана: Сб. материалов Респ. науч.- практ. конф. – Ташкент, 2009.– С. 272-273.

21. Саатова Н.З. Практический способ определения степени солевой коррозии // Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство: Сб. научн. тр. – Джизак 2010. С. 188-190.

22. Саатова Н.З. Расчет главной балки железобетонного пролетного строения с учетом солевой коррозии арматуры // Вопросы развития автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч. - практ. конф. – Ташкент, 2010. 2–ч.– С.162-164.

23. Саатова Н.З., Ганиев И.Г., Эрбоев Ш. Автомобиль йўллари кўприклари бетон ва арматурасида коррозия жараёни // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Научн. тр. Респ. науч.- техн. конф. с участием зарубежных ученых. – Ташкент, 2010. – С.77-79.

24. Саатова Н.З. Рекомендации по защите от коррозии бетонных и железобетонных конструкций автодорожных мостов. Сб. науч. тр. IV-Респ. науч.-техн. конф. // Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство, – Джизак - 2012.–с. 275–277.

25. Саатова Н.З. Результаты обследования моста на дороге М39 «Ташкент – Термез» с определением возможности пропуска расчетных нагрузок А14 И НК100. Сб. материалов респ. науч.-практ. конф. // “Актуальные проблемы автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана”, с - 374-376. Ташкент-2014.

26. Саатова Н.З. Результаты обследования автодорожного моста расположенного на дороге М39 «Ташкент – Термез». Сб. материалов респ. науч.-практ. конф. // “Қурилишда геотехника масалаларини замонавий усуллари ва технологияси”. 2 часть. с.136-143. ТАСИ Ташкент-2014.

27. Саатова Н.З. Бетон ва арматурани коррозиядан ҳимоялаш бўйича тавсиялар. Сб. материалов респ. науч. - практ. конф. Посвященной к 80-летию проф. И. Касимова. ТАСИ. с. - 109 -111. Ташкент-2015.

28. Саатова Н.З. Автойўл кўприклари темирбетон конструкцияларини коррозиядан ҳимоя қилиш бўйича техник ечимлар. Сб. материалов респ. науч. практ. конф. // “Актуальные проблемы автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана”. ТАЙИ. с – 372 -374. Ташкент-2015.

Авторефератнинг ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги нусхалари
«ТАЙИ Хабарномаси» илмий-техник журнали таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими 60x84 ^{1/16}. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 4. Адади 100. Буюртма № ____.

«ЎзР Фанлар академисининг Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент шаҳри., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.