

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.15/31.08.2022.T.73.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

MENGLIYEV ISMOIL ABDUNAZAR O‘G‘LI

**AVTOYO‘L KO‘PRIKLI INSHOOTLARINING TEMIRBETON
QOVURG‘ALI ORALIQ QURILMALARINI TRANSPORT YUKLARI
TA‘SIRIGA HISOBLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.02 – “Geotexnika”
(Ko‘priklar, transport tonnellari va metropolitenlar)**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

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

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

Mengliyev Ismoil Abdunazar o'g'li

Avtoyo'l ko'priklari inshootlarining temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini
transport yuklari ta'siriga hisoblash usullarini
takomillashtirish..... 3

Менглиев Исмоил Абдуназар ўғли

Совершенствование методов расчета железобетонных ребристых
пролетных строений автодорожных мостовых сооружений на
воздействия транспортных нагрузок
..... 23

Mengliyev Ismoil Abdunazar ugli

Improving methods for calculating reinforced concrete ribbed span structures
of road bridge structures for the effects of traffic loads..... 45

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 49

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.15/31.08.2022.T.73.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

MENGLIYEV ISMOIL ABDUNAZAR O‘G‘LI

**AVTOYO‘L KO‘PRIKLI INSHOOTLARINING TEMIRBETON
QOVURG‘ALI ORALIQ QURILMALARINI TRANSPORT YUKLARI
TA‘SIRIGA HISOBLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.09.02 – “Geotexnika”
(Ko‘priklar, transport tonnellari va metropolitenlar)**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya Komissiyasida B2024.3.PhD/T4965 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tstu.uz) va «ZiyoNet» axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Miralimov Mirzohid Xamitovich
texnika fanlari doktori (DSc), dotsent

Rasmiy opponentlar:

Yuldashev Sharafitdin Sayfitdinovich
texnika fanlari doktori, professor

Yuvmitov Anvar Sayfullayevich
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
katta ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Toshkent arxitektura-qurilish universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/31.08.2022.T.73.04 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «06» mart soat 15⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar ko‘chasi 1-uy, 259-aud.

Tel: (+99871) 299-00-01, 299-02-43, faks: 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№224 - raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1-uy. Tel.: (+99871) 299-05-66.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «25» fevral kuni tarqatildi.
(2025 yil «25» fevraldagi 19 raqamli reyestr bayonnomasi).

A.I. Adilxodjayev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

U.Z. Shermuxamedov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
ilmiy kotibi, texnika fanlari doktori, professor

A.A. Ishanxodjayev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash huzuridagi
ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda ko‘priklar har qanday transport tizimining ajralmas qismi bo‘lib, ularning ishonchliligi va xavfsizligi butun dunyoda dolzarb masala hisoblanadi. Bugungi kunda ko‘priklarning eskirishi, ortib borayotgan yuklamalar, tabiiy ofatlar va moliyaviy cheklovlar kabi muammolar global darajada ahamiyat kasb etmoqda. Ko‘plab ko‘priklar o‘tgan asrda qurilgan bo‘lib, zamonaviy transport va iqlim sharoitlariga mos emas. Ushbu masalalar ko‘priklarning mustahkamligi va uzoqqa chidamliligini ta‘minlash uchun yangi texnologiyalar, innovatsion materiallar, ilg‘or loyihalash va hisoblash usullarini joriy etish eng muhim masalalardan hisoblanadi. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda xususan, AQSh, Shveysariya, Janubiy Koreya, Rossiya, Xitoyda ko‘priklar, yo‘llar va boshqa transport inshootlarini loyihalash zamonaviy ilg‘or texnologiyalar hamda loyihalashning texnik vositalaridan foydalanish yo‘li bilan amalga oshirilmoqda. Shu jihatdan avtoyo‘l yo‘l ko‘priklari inshootlarining oraliq qurilmalarini transport yuklari ta‘siriga hisoblash usullarini takomillashtirish oraliq qurilmalarning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirish maqsadida zamonaviy va innovatsion hisoblash texnologiyalarni qo‘llash jarayonlariga alohida etibor qaratilmoqda.

Jahonda ko‘priklari inshootlarning hajmli-rejalash yechimlarini takomillashtirishga, materiallarning turli xil yuklanish va ta‘sir ostidagi haqiqiy o‘ziga xos tomonlari va xususiyatlarini e‘tiborga oluvchi inshootlarni hisoblash nazariyasi va uslublariga alohida etibor qaratiladi. Ko‘priklari inshootlar oraliq qurilmalariga oid yangi prinsipial konstruktiv yechimlaridan foydalangan holda, ularni bikrlilik, mustahkamlik va chidamlilikka hisoblash usullarini takomillashtirish, shuningdek ularga nisbatan yetakchi texnologiyalar va loyihalash vositalarini qo‘llashga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, Avtomobil yo‘l ko‘priklarining temirbeton oraliq qurilmalarini yuk ko‘tarish qobiliyatini hisoblash usullarini takomillashtirish va yuk ko‘tarish qobiliyati va mustahkamligini oshirish, ko‘priklari konstruksiyalarini tashqi ta‘sir ostida deformatsiyalanish jarayonlarini baholashga doir samarali usullarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanmoqda.

Respublikamizda alohida e‘tibor yo‘l-transport qurilishi sohasini rivojlanishiga, turli ta‘sir ostidagi ko‘priklari inshootlarning qurilayotgan obyektlari mustahkamligini ta‘minlash tizimini takomillashtirish va yaratish choralari amalga oshirilishiga ham qaratiladi. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 y. 28 yanvardagi “Yangi O‘zbekistonni 2022-2026 y.y. rivojlantirish strategiyasi haqida” gi PF-60-son farmonida hayotiy muhim masalalar belgilangan¹. Bu masalalarni hal qilishda ko‘priklar, yo‘l o‘tkazgichlarni turli yuklanishlar ostida hisoblash usullarini o‘rganish va takomillashtirish, shuningdek zamonaviy vaqtincha harakatlanuvchi transport yuklarini oraliq qurilmalar deformatsiyalanishiga ko‘rsatadigan ta‘sirini tahlil qilish va hisoblash usullarini takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi “O‘zbekiston Respublikasida 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan strategik rivojlanishning chora – tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-60 -son Farmoni.

Mazkur dissertatsiya ishi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 y. 29 oktyabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilga qadar rivojlantirish konsepsiyalari” nomli PF-6097-son farmonida, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 y. 30 iyuldagi “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta’minlash tizimini tubdan takomillashtirish choralari haqidagi” PQ-4794-son qarori, 2018 y. 27 apreldagi “Innovation g‘oya, texnologiya va loyihalarni amalda joriy etish tizimini yanada takomillashtirish choralari haqida” gi PQ-3682-son qarori, 2019 y. 29 oktyabrdagi “Ilm-fan va ilmiy faoliyat haqida” gi O‘zbekiston Respublikasi qonunida hamda ushbu sohada qabul qilingan boshqa huquqiy-me’yoriy hujjatlarda qo‘yilgan masalalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Tadqiqot ishi respublikaning ilm-fan va texnologiyalarni rivojlantirilishining IV. «Matematika, mexanika, inshootlar seysmodinamikasi va informatika» hamda XIV. «Seysmologiya, seysmik xavfsizlik va bino va inshootlari qurilishi» kabi eng muhim yo‘nalishlari bo‘yicha olib borilmoqda.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Avtomobil yo‘llaridagi ko‘priqli inshootlarning oraliq qurilmalarini hisoblash nazariyasi va usullari hozirgi ko‘rinishida o‘tgan asrning 50-70 yillarida yaratilgan. Sxemalari bo‘yicha eng maqbul bo‘lgan temirbeton ko‘priqli, yo‘l o‘tkazgich va estakadalarning konstruktiv shakllarini yanada rivojlantirish bilan bir vaqtda ko‘priqli inshootlar konstruksiyalarini hisoblash usullarini rivojlantirilishi olib borilgan.

Sun‘iy inshootlarni industrializatsiyalash va qurilishini tezlashtirish masalalari temirbeton konstruksiyalarining andozaviy loyihalarini ko‘payishini talab etadi. Shu maqsadda ko‘priklarning oraliq qurilmalarini asosiy o‘lchamlari odatda standart o‘lchamlarini saqlagan holda, modullik va unifikatsiyalashtirish (birxillashtirish) prinsiplariga rioya qilib belgilanar edi.

Ko‘priqli inshootdan transport qurilishi obykti sifatida maqsadli foydalanishni belgilovchi eng muhim parametr – bu avtomobil transporti harakatidan hosil bo‘lgan vaqtincha yuklar sanaladi. Hisoblash sxemalari va hisoblashlarning asosiy shart-sharoitlari ekspluatatsiya jarayonida ko‘priqli oraliq qurilmalari konstruksiyalarining haqiqiy ish sharoitlarini ifodlashi kerak. Loyihada ekstremal tabiiy va texnogen ta’sirlar bilan bir qatorda ko‘priqli inshootning bitta yoki bir nechta elementlarini harakatlanuvchi transport yukidan ishdan chiqishi bilan uning haddan ziyod deformatsiyalanishini va kaskadli buzilishini oldini oluvchi yo‘l qo‘ymaydigan prinsiplar zamonaviy hisoblash modeli usullarini ko‘zda tutish darkor.

Avtomobil yo‘llaridagi ko‘priqli inshootlarning temirbeton to‘sinli oraliq qurilmalari nazariyasini va hisoblash usullarini rivojlantirish va takomillashtirishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlari dunyodagi Department of Civil and Environmental Engineering University of California, The Earthquake Engineering Research Institute (SShA), Kyoto university, Seismic Resistance Experiment Center (Yaponiya), National Center for Research on Earthquake Engineering (Xitoy), Rossiya davlat temir yo‘llari universiteti, Peterburg davlat temir yo‘llari universiteti (Rossiya Federatsiyasi), O‘zR FA mexanika va zizilabardoshlik instituti,

Toshkent davlat transport universiteti (O‘zbekiston) kabi yetakchi ilm-fan markazlari va oliy o‘quv muassasalarida bajarilib kelinmoqda.

Ko‘priklarning temirbeton konstruksiyalarini yuklanish ta’siri natijasida deformatsiyalanishi xususiyatlarini hisobga olgan holda, hisoblash usullari quyidagi olimlar A.E. Aktan, Bruel va Kjaer, G. Chellini, J.T. Dewolf, D.Owen, N. A Lloyd, S.S. Law, X. Liu, Bank, L. S, Chen Y, E.E. Gibshman, A. S. Zalesov, B.N. Jemochkin, V.A.Kiselev, B.Ya. Lashchenikov, Ya.D. Livshis, N.Y. Polivanov, K.K. Ponomarev, A.A.Potapkin, K.S. Silin, A.F. Smirnov, N.K. Snitko, I.A. Trifonov, B.E. Uliskiy, A.A. Umanskiy, A.P. Filin, N.N. Shaposhnikov, D. M. Shapiro va b. tomonidan katta ilmiy-tadqiqot ishlari asosida amalga oshirilgan.

Respublikamizda ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarni hisoblash va loyihalash, ekspluatatsion ishonchliligi sohasida ilmiy izlanishlar A.A. Eshaxadjayev, R.Q. Mamajonov, A. A. Ashrabov, A.X. Abdujabarov, I. Mirzayev, Ch.S. Raupov, S.S. Salixonov, M.X. Miralimov, U. Raxmanov, U.Z. Shermuxamedov, Sh. B. Axmedov va boshqa olimlar tomonidan olib borilgan.

Ammo, bajarilgan bir qator ilmiy-tadqiqot ishlarda avtoyo‘l ko‘priklari inshootlarining temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalari to‘sinlariga zamonaviy transport yuklari yoki maxsus katta o‘lchamli nogabarit yuklar ta’sirini taqsimlanishini baholash bilan bog‘liq mustahkamlik masalalariga bag‘ishlangan hisoblashning yetakchi usullari kerakli darajada ko‘rib chiqilmagan va o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy – tadqiqot ishlari rejalari bilan o‘zaro bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi Toshkent Davlat transport universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi Avtomobil yo‘llaridagi ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlar temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalari uchun transport yuklarining ta’sirini taqsimlanish qonuniyatini ifodalovchi aniqlashtirilgan hisoblash usulini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

avtomobil yo‘llaridagi ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlar temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalarining transport yuklari ostida deformatsiyalanish xossalari tavsiflovchi va amaldagi loyihalash me’yorlarining talablarini e’tiborga oluvchi ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlil qilish;

temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalar elementlari bikrlilari va ularda vaqtinchalik transport yuklari ta’sirining taqsimlanishini hisobga oluvchi matematik model, hisoblash sxemasi va usulini yaratish;

mexanikaning ilg‘or sonli usullari yordamida oraliq qurilma bosh to‘sinlariga uzatiladigan transport yuklari ta’sirida paydo bo‘ladigan ichki kuchlarning ta’sir chiziqlarini qurish usullarini ishlab chiqish;

oraliq qurilma elementlarida ichki kuchlar va ko‘chishlarni aniqlovchi tenglamalar tizimini tuzish, nisbatan sodda va aniq bo‘lgan hisoblash algoritmalari va dasturlarini ishlab chiqish;

taklif etilgan matematik model va ishlab chiqilgan usul yordamida O‘zbekiston

respublikasi avtomobil yo'llaridagi real ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarning temirbeton -qovurg'ali oraliq qurilmalarini A14, NK-100 va nogaborit me'yordan ortiq yuklar ta'siriga hisoblash ishlarini bajarish, ularning mustahkamligi va yuk ko'tarish qobiliyati darajasini o'rganishga oid tadqiqotlarni olib borish.

Tadqiqotning obyekti sifatida avtomobil yo'llaridagi ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarning temirbeton qovurg'ali uzluksiz va uzluksiz oraliq qurilmalari ko'riladi.

Tadqiqotning predmeti Avtomobil yo'llaridagi temirbeton ko'priklar va yo'l o'tkazgichlar oraliq qurilmalarining elementlari, me'yoriy va nome'yoriy transport yuklari ostida, qovurg'asimon tizimli bosh to'sinlari konstruksiyalarning mustahkamligi va yuk ko'tarish qobiliyati.

Tadqiqotning usullari. ko'rib chiqilayotgan tizimlarning matematik modellari, ularning sonli tahlili, qurilish mexanikasining asosiy qoidalari va zamonaviy usullari.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

avtomobil yo'llaridagi ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini turli ko'rinishdagi transport yuklari ta'siriga hisoblash orqali, zamonaviy qurilish mexanikasining asosiy tenglamalarni qo'llagan holda matematik modeli ishlab chiqilgan;

transport yuklarining taqsimlanishini belgilovchi koeffitsiyentni aniqlash uchun chekli elementlar usuli nazariyasini qo'llagan holda va bunda to'sinlarning egilishi hamda buralish deformatsiyalanishini sterjinli chekli element orqali ifodalash asoslangan;

turli bikrliklarga ega bo'lgan oraliq qurilmalarda transport yuklari harakatlarini modellashtirish asosida bosh to'sinlardagi ichki zo'riqish kuchining ta'sir chizig'ini qurish usuli taklif etilgan;

temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarning plitasi va qatnov qismi qoplamasining tashkil etuvchi qatlamlari bikrliklarini inobatga olgan holda vaqtinchalik yuklardan tushadigan bosim kuchini kamaytirish uchun ko'ndalang taqsimlash koeffitsiyentini hisoblash usuli takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

vertikal ta'sir qiluvchi vaqtinchalik transport yuklarini ko'priklari inshootlar oraliq qurilmalari bosh to'sinlari va plitasi bo'yicha taqsimlanish qonuniyatlarini aks ettiradigan egilish va buralish bikrliklarini hisobga olinishiga mo'ljallangan matematik model va hisoblash usuli ishlab chiqilgan;

temirbeton qovurg'ali to'sinlarni ko'ndalang taqsimlash koeffitsiyentini aniqlashning qadamli algoritmi oraliq qurilma konstruksiyasi elementlarini kompyuterli hisoblash dasturi ishlab chiqilgan;

qurilish mexanikasining ta'sir chiziqlar nazariyasini qo'llashdagi yondashuvlar yordamida oraliq qurilmalar elementlarida ichki zo'riqish kuchlarini aniqlash usuli ishlab chiqildi va real hisoblashlar amalga oshirildi;

dissertatsiyada qo'lga kiritilgan tadqiqot ishlari natijalari uzluksiz va uzluksiz temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalari mustahkamligini va yuk ko'tarish qobiliyatini baholash uchun tegishli ishlab chiqarish tashkilotlariga taqdim etilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.

Tadqiqot ishlari natijalarini ishonchliligi qurilish mexanikasi va elastiklik nazariyasining asoslangan usullaridan foydalanish bilan, taklif etilgan usul bo'yicha bajarilgan hisoblash natijalarini hammaga ma'lum adabiy manbalardan olingan nazariy va eksperimental ma'lumotlar solishtirish bilan izohlandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Qo'lga kiritilgan natijalarning ilmiy ahamiyati hisobiy modellar va nazariy hisoblashlarni amalga joriy etilishi bilan, shuningdek temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarni hozirgi amaldagi transport yuklari ta'siri ostida mustahkamligini va yuk ko'tarish qobiliyatini hisoblash usullarini ishlab chiqish hamda ulardan foydalanish samaradorligi bilan izohlandi;

Ilmiy-tadqiqot ishlarining amaliy ahamiyati ko'priqli inshootlarning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini fazoviy statik hisoblashga qaratilgan muhandislik dasturiy paketini yaratilishi, va ularning asosida amaliy masalalarni yechish, hamda bundan keyin ulardan foydalanishlarini hisobga olib, tegishli tavsiyalarni taqdim etish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Avtoyo'l ko'priqli inshootlarining temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini transport yuklari ta'siriga hisoblash usullarini takomillashtirish bo'yicha o'tkazilgan ilmiy-tadqiqot ishida olingan natijalar asosida:

Taklif etilgan hisoblash usuli Sirdaryo tumanining "Toshkent-Samarqand" temir yo'l liniyasi ustidan o'tgan M-34 avtomobil yo'lining PK82+460 km dagi yo'l o'tkazgichning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini mustahkamligini tekshirishda qo'llanilgan. "Ko'priq qurilish" AJ tashkilotida joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2024 yil 9 oktyabrdagi №4/9532-sonli malumotnomasi). Natijada yo'l o'tkazgichning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini mustahkamligini 9 % oshirishga erishilgan;

M-34 avtomobil yo'lining PK82+460 km dagi yo'l o'tkazgichning oraliq qurilmalarining plitasi va qatnov qismi qoplamasi birgalikda ishlashi orqali yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish jarayonida amaliyotga "Ko'priq qurilish" AJ tashkilotida joriy etilgan. (O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2024 yil 9 oktyabrdagi №4/9532-sonli malumotnomasi). Natijada ko'priqli inshootlarida yuk ko'tarish qobiliyati hamda ularning zahirasi yetarli darajada samarali himoyalashga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya mavzusiga doir tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro (3 ta SCOPUS bazasida) va 1 ta respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 17 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, jumladan 8 ta maqola O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy jurnallarda, shundan 4 ta mahalliy va 4 ta xorijiy jurnallarda (3 tasi SCOPUS bazasida indekslangan) nashr qilingan. Shuningdek, 3 ta EHM dasturi uchun O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligidan mualliflik guvohnomalari olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to‘rt bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat bo‘lib, dissertatsiyaning hajmi 112 betni tashkil etadi.

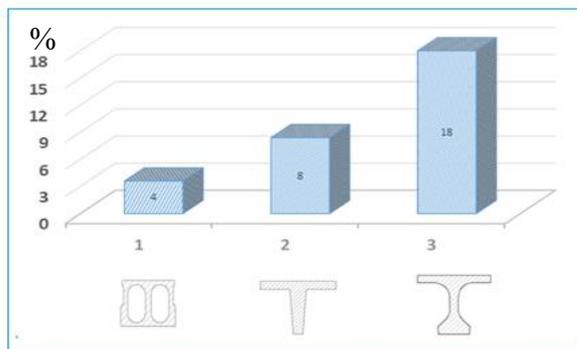
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tanlangan mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan bo‘lib, olib borilgan tadqiqotning asosiy maqsadi va masalalari ifodalangan, tadqiqotning obyekt va predmeti tavsiflangan, Respublikaning fan va texnologiyalari rivojlanishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan.

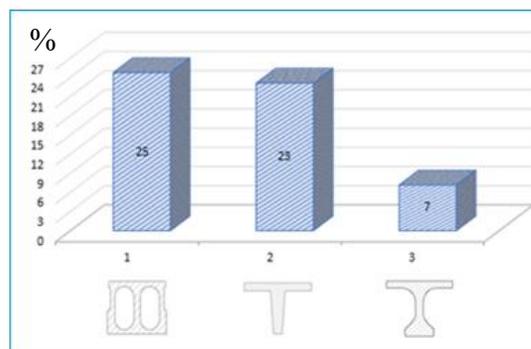
Dissertatsiyaning **“O‘zbekiston Respublikasi avtomobil yo‘llarida ekspluatatsiya qilinuvchi ko‘prik inshootlarining bugungi holati”** deb nomlangan birinchi bobida O‘zbekiston Respublikasining avtomobil yo‘llaridagi ekspluatatsiya qilinayotgan ko‘prik inshootlarini holati tahlil qilindi. Respublikamiz yo‘l tarmog‘idagi loyihalananayotgan va qurilayotgan temirbeton ko‘prik inshootlari ichida temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalar va tavr, qo‘shstavrli to‘sinlardan foydalanishning tajribasi ko‘rsatib o‘tildi (1-rasm).

Hozirgi zamon talablariga javob beradigan yangi ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarni qurish hamda mavjudlarini rekonstruksiya qilinishi shaharsozlikning eng asosiy tashkil etuvchilaridan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtga kelib, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining tegishli buyruq va farmonlarini amalga oshirish borasida 2022-2023 yy. Transport vazirligi qoshidagi Avtomobil yo‘llari qo‘mitasi tomonidan 8,209 ming kilometr yo‘llar va 63 ta ko‘prik ta‘mirlandi.

a)



b)



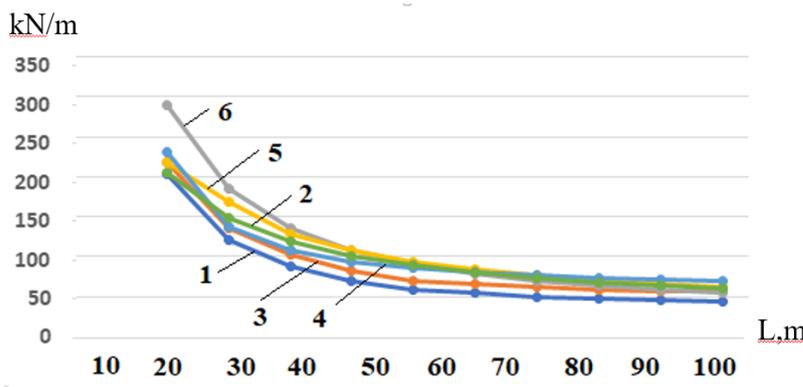
1- zo‘riqtirilgan armaturali plitali, 2 - zo‘riqtirilmagan armaturali qovurg‘ali tavr to‘sinli, 3 - zo‘riqtirilgan armaturali qovurg‘ali qo‘shstavrli to‘sinli

1-rasm. Uzlukli temirbeton oraliq qurilmalardan iborat ko‘prikli inshootlarning umumiy soni (foizda): a) viloyatlarning markaziy shaharlari, shu jumladan Toshkent shahri avtomobil yo‘llarida; b) xo‘jaliklar, shaharchalar va qishloqlarning avtomobil yo‘llarida

2023-2027 yillar. davomida respublika byudjeti hisobidan jami 92,183 ming kilometr avtomobil yo‘llari, 1,532 mingdan ortiq ko‘prik va yo‘l o‘tkazgichlarni qurish, rekonstruksiya qilish va ta‘mirlash, shuningdek mavjud 1512 ko‘prikli inshootlarni hamda respublikaning boshqa ta‘mirtalab sun‘iy inshootlarini bosqichma-bosqich rekonstruksiya qilish va ta‘mirlash ishlari rejalashtirilgan. Shuni qayd etish lozimki, O‘zbekiston Respublikasining umumfoydalanishdagi avtomobil

yo'llarida 7 mingdan ortiq ko'priklar ekspluatatsiya qilinmoqda (shu jumladan, 93 foizini temirbeton va tosh ko'priklar, 7 foizini metall ko'priklar tashkil etadi). Ularning aksariyati o'tgan asrning 70-80-yillarida qurilgan edi. Ko'priksizlikda asosan yig'ma temirbeton elementlaridan foydalaniladi.

2-Rasmda O'zbekiston Respublikasining amaldagi me'yorlarida qabul qilingan A14 tasmalar ko'rinishidagi yuklar, shuningdek Yevropa davlatlarida qabul qilingan yuklarga doir ma'lumotlar keltirilgan. A14 tasmalar ko'rinishidagi ekvivalent yuklar ham 20,0 metrli oraliqlarda Yevropa davlatlari me'yorlariga nisbatan ancha kichikligini, ammo 10,0 metrli oraliqlarda ushbu me'yorlarga yaqinlashishini ko'rish mumkin.



2-rasm. O'zbekiston Respublikasi va Yevropa davlatlari me'yorlari bo'yicha yuklarning modellari: 1) O'zbekiston, 2) Fransiya, 3) Germaniya, 4) Norvegiya, 5) Shveysariya, 6) Niderlandiya

Avtomobil transportining yuk ko'tarishi hamda harakat jadalligini oshishi ko'pchilik ko'priklar inshootlar hozirgi zamon ekspluatatsiya talablariga javob bera olmasligi, nuqson va shikastlarga ega bo'lishiga olib keladi.

Bugungi kunda ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini ko'ndalang taqsimlash koeffitsiyentlarini inobatga olib bosh to'sinlarda bosimni hisoblash usullarini 3-ta guruhga ajratish mumkin:

- richag usuli;
- markazdan tashqari siqilish usuli;
- elastik tayanchlar usuli;

Ushbu usullarning kamchiligi:

- richag usulida maksimum 3 ta bosh to'sin oralig'i deformatsiyasi hisobga olinadi va u asosan ko'priklar tayanchlari ustida joylashgan oraliq qurilma chekka qismida ishlatilishi mumkin;

- markazdan tashqari siqilish usuli bikrligi o'ta yuqori bo'lgan oraliq qurilmalar uchun ishlatiladi va oraliq qurilma deformatsiyalanishi hisobga olinmaydi, bundan tashqari bosh to'sin bikrliklarining har xilligi e'tiborga olinmaydi;

- elastik tayanchlar usulida qatnov qismi plitasi asosiy to'sinlardan iborat elastik cho'kayotgan tayanchlarda joylashgan uzluksiz to'sin sifatida qabul qilinadi. Oraliq qurilmaning asosiy yuk ko'taruvchi elementlariga ta'sir etuvchi bosim kuchi ta'sir chiziqlari ordinatalari yoki ko'ndalang kesim bo'yicha bosh to'sinlarlar soni 3 dan 8 gacha bo'lganda shu ordinatalarni aniqlash uchun mo'ljallangan empirik nomogrammalardan foydalaniladi. Amalga oshirilgan tadqiqotlarning to'liq tahlili

yoqorida keltirilgan empirik usullarning bir qator kamchiliklaridan aniqlashga imkon berdi va ko‘priqli inshootlarni deformatsiyalanish holatini (DH) amaliy maqsadlar uchun yetarli aniqlik bilan baholashga imkon beruvchi oraliq qurilmalarni hisoblashning yanada takomillashtirilgan usullarini ishlab chiqilishi zaruriyati borligini ko‘rsatdi.

Dissertatsiyaning “**Transport yuklari ta’siri ostidagi oraliq qurilmaning deformatsiyalanishini modellashtirish**” deb nomlangan ikkinchi bobida Ko‘priqli inshootlar oraliq qurilmasini yuklanish sxemalari keltirildi, Transport yukidan ixtiyoriy bosh to‘singa tushadigan bosim ulushini aniqlash usuli va ko‘ndalang taqsimlash koeffitsiyentlarini (KTK) aniqlash usulini sonli ko‘rinishda joriy etilishi bosqichlari ko‘rsatib o‘tildi.

Ko‘ndalang taqsimlash koeffitsiyentlari yordamida oraliq qurilmaning u yoki bu to‘siniga to‘g‘ri keladigan vaqtincha yuklanish xissasini va ulushini aniqlaymiz. Bunda to‘sinlar orasida yuklanishni taqsimlanish xususiyatlari oraliq qurilmaning ko‘ndalang bikrligiga bog‘liqdir.

Shu sababli soni r ga teng qovurg‘ali to‘sinli temirbeton oraliq qurilmani ko‘rib chiqamiz (3-rasm). Buning uchun oraliqqa ko‘ndalang yo‘nalishda $b=1m$ kenglikdagi oraliq qurilmadan tasmani qirqib olamiz va to‘sinlararo yuklanishni taqsimlanish tamoyilidan foydalanamiz. Ushbu tamoyil bo‘yicha oraliq qurilmaga elastik bo‘ylama tayanchlarga, ya‘ni bosh to‘sinlarga tayanadigan va sterjenli tizimni hosil qiladigan plita sifatida qaraladi. Bu tizimni n ta tugunlar va m ta sterjen elementlariga ajratamiz (4-rasm).

Yassi sterjenli tizimning i tuguniga jamlangan kuchlar (gorizontal kuchlardan tashqari) bilan ta‘sir etishi mumkin:

$$\begin{aligned} \bar{P}_i^X &= 0 - X \text{ o‘qi bo‘ylab;} \\ \bar{P}_i^Y &= 1 - Y \text{ o‘qi bo‘ylab;} \\ \bar{M}_i &= 1 - i \text{ tugunga ta‘sir etuvchi moment.} \end{aligned}$$

Shunda har bir to‘sin uchun, uzluksiz plita konsollariga qo‘yilgan birlik vertikal yuk $\bar{P}_i^Y = 1$ dan va jamlangan eguvchi moment $\bar{M}_i = 1$ dan hosil bo‘ladigan bosim R ni ta‘sir etish chiziqlarini o‘tkazish kerak bo‘ladi.

Shunday qilib, XOY tekisligida birlik kuchlar \bar{P}_i^Y va \bar{M}_i ning jami tugunga qo‘yiladigan kuchlarning vektorini hosil qiladi:

$$\vec{\bar{P}}_i = [0 \quad \bar{P}_i^Y \quad \bar{M}_i]^T \quad (1)$$

($\mathbf{n-r}$) tugunlarga ta‘sir etuvchi barcha tashqi kuchlarning yig‘indisi quyidagi ko‘rinishda ifodalanishi mumkin:

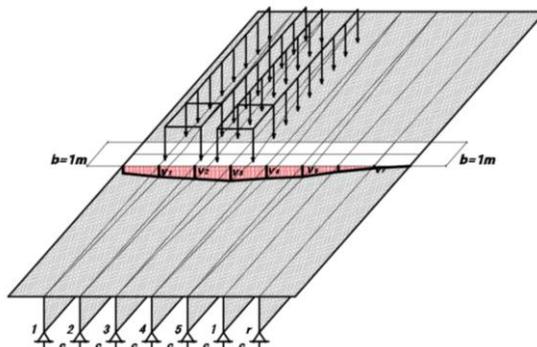
$$\begin{aligned} \vec{\bar{P}} &= [\vec{\bar{P}}_1 \quad 0 \quad 0 \dots \dots 0]^T - \text{jamlangan kuchlar 1- chi tugunda joylashganida;} \\ \vec{\bar{P}} &= [0 \quad 0 \quad \vec{\bar{P}}_i \dots \dots 0]^T - \text{jamlangan kuchlar i- chi tugunda joylashganida;} \\ \vec{\bar{P}} &= [0 \quad 0 \quad 0 \dots \dots \vec{\bar{P}}_{(n-r)}]^T - \text{jamlangan kuchlar } (\mathbf{n-r})\text{-chi tugunda} \\ &\text{joylashganida.} \end{aligned}$$

Har bir biki tugun uch xil ko‘chishga ega bo‘lishi mumkin: U_i - X o‘qi bo‘yicha; V_i - Y o‘qi bo‘yicha; φ_i - burilishga. U_i , V_i , φ ko‘chishlar i tugunning ko‘chish vektorini hosil qiladi.

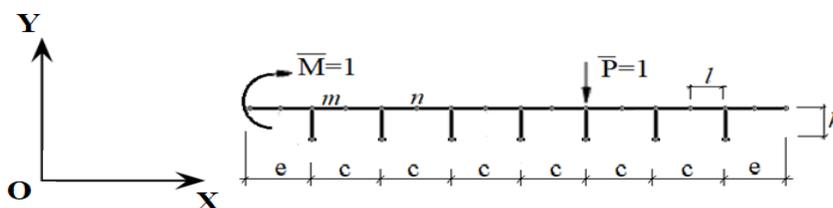
$$\vec{Z}_i = [U_i \quad V_i \quad \varphi_i]^T \quad (2)$$

n ta tugunlarda hosil bo'ladigan ko'chishlarning hamisi quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$\vec{Z} = [\vec{Z}_1 \quad \vec{Z}_2 \quad \vec{Z}_i \dots \dots \vec{Z}_n]^T \quad (3)$$



3-rasm. Transport yuklari ta'siri ostida oraliq qurilmani deformatsiyalanishi sxemasi



4-rasm. Oraliq qurilmaning ko'ndalang sterjenli tizimi

Yassi sterjenli tizimlar uchun qurilish mexanikasining umumiy tenglamalar tizimini taqdim etish orqali, ko'chish vektoriga nisbatan ushbu ifodani hosil qilamiz:

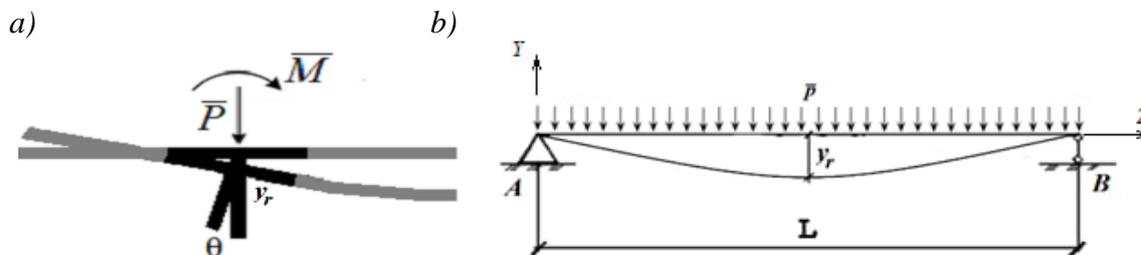
$$(AD^{-1}A^T)\vec{Z} = \vec{P} \quad (4)$$

Shunday qilib, masalaning muvozanat tenglamalarining (chiziqli algebraik tenglamalar) tizimi quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$K\vec{Z} = \vec{P} \quad (5)$$

bunda K – konstruksiya bikrligining chekli elementlar bikrlilik matrisalari bloklaridan tashkil topgan kvazidiagonal matritsasi.

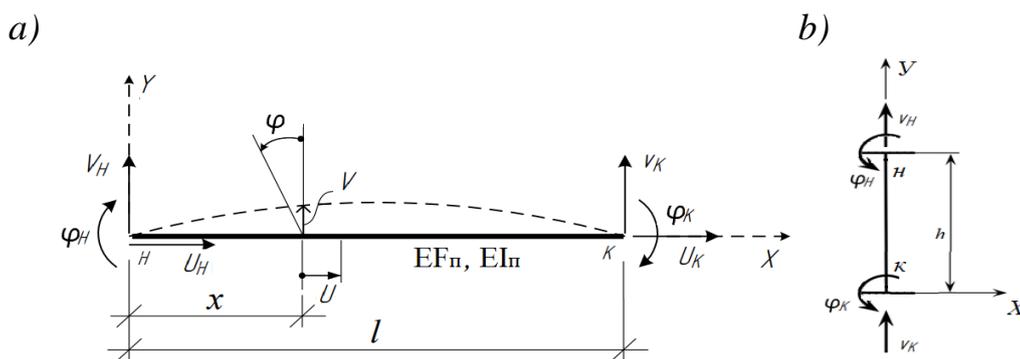
Elastik tayanch-ustunlarni modellashtiruvchi sterjenli ChE ni bikrlilik matritsasini topish zarur. Bunda, tayanch-ustunlarning elastik parametrlari (bikrliliklari) egilish y_r va burilish burchagi θ_r ning funksiyasi ekanligini va ular bo'ylama yo'nalish bo'yicha, ya'ni oraliq qurilmaning bosh to'sinlari bo'yicha har xil ekanligini anglash zarur (5-rasm, a).



5-rasm. Oraliq qurilma tarkibidagi to'sinning birlik tashqi kuchlar ta'siri natijasida deformatsiyalanish sxemasi: a) ko'ndalang yo'nalishda gorizontal tekislikda; b) bo'ylama yo'nalishda vertikal tekislikda

Sterjenli tizimning alohida bir tayanch-ustunining vertikal deformatsiyalanishdagi bikrligi oraliq qurilma elementlarining deformatsiyalarini tengligi shartidan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Bu holda bosh to'sinning chegaraviy shartlari sharnirli bog'lanish bo'ladigan bo'lsa (ko'priqli inshootlarning uzlukli oraliq qurilmalari uchun), u holda to'sinning ushbu chegaraviy sharti uchun egilishdagi asosiy ifodasidan kelib chiqib birlik taqsimlangan $\bar{p}=1t/m$ kuchlar ta'siridan egilishdagi salqiligi bo'yicha quyidagi bog'lanishni yozishimiz mumkin (5-rasm, b):

$$\delta = y_r(z) = \frac{\bar{p}zL^3\left(1 - \frac{2z^2}{L^2} + \frac{z^3}{L^3}\right)}{24EI_{r6}} \quad (6)$$



6-rasm. Sterjenli ChElar: a) I-turi, b) II-turi

Ma'lumki, ChEU ning asosiy g'oyasi ixtiyoriy uzluksiz kattalikni ko'p sonli bo'lakli-uzlukli funksiyalardan tuziladigan diskret model bilan approksimatsiyalash mumkinligidan iborat. Shundan kelib chiqib tegishli tarzda bir qancha matematik o'zgartirishlarni amalga oshirib yassi tayanch-ustunning sterjenli II-chi turiga mansub ChE uchun (6-rasm, b), yangi ko'rinishdagi bikrlilik matritsasini olamiz:

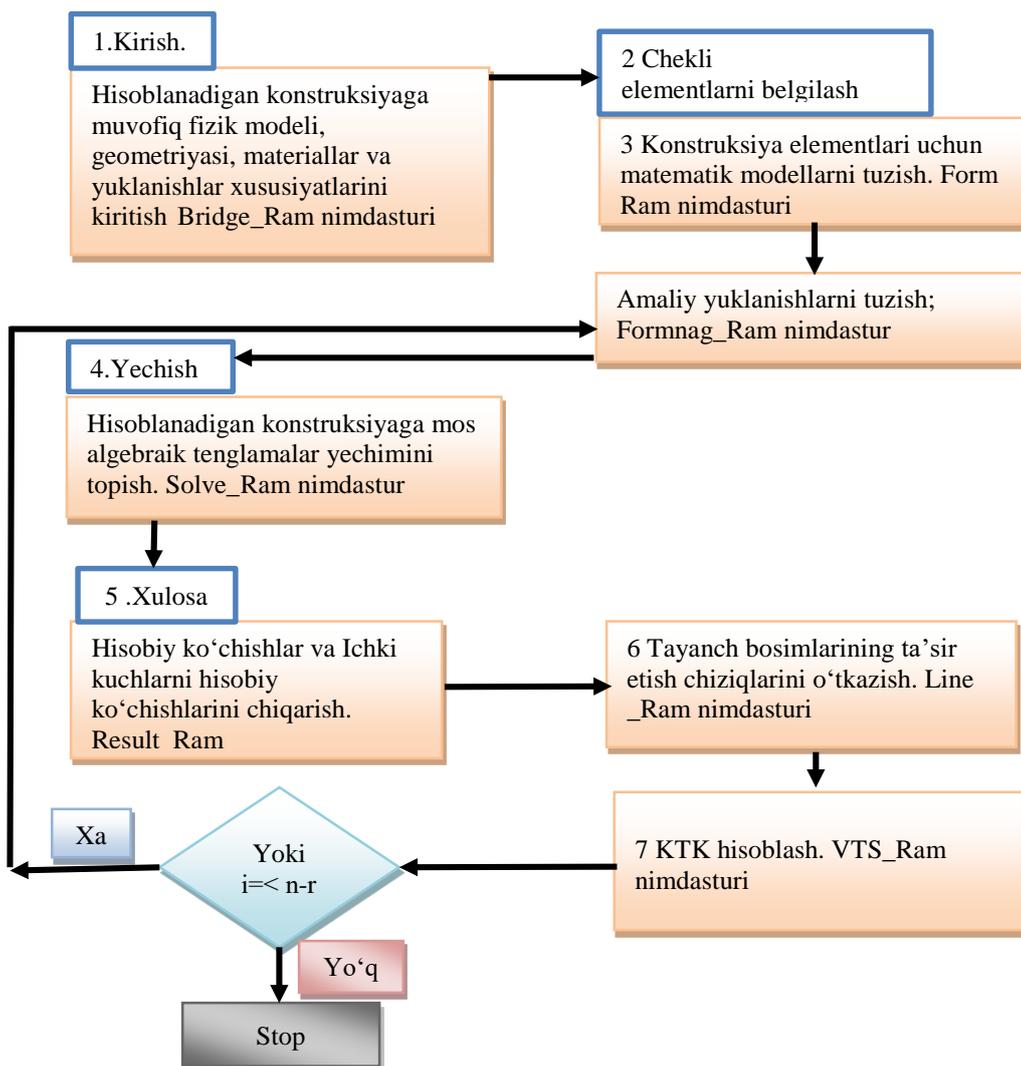
$$k_{II} = \begin{bmatrix} \frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 & -\frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EIc(z)}{l^3} & \frac{6EIc(z)}{l^2} & 0 & -\frac{12EFc(z)}{h^3} & \frac{6EIc(z)}{h^2} \\ 0 & \frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{4EIc(z)}{h} & 0 & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{2EIc(z)}{h} \\ -\frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 & \frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EIc(z)}{h^3} & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & 0 & \frac{12EIc(z)}{h^3} & -\frac{6EIc(z)}{h^2} \\ 0 & \frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{2EIc(z)}{h} & 0 & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{4EIc(z)}{h} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Rezinali tayanch qismlari (RTQ) oraliq qurilmalari to'sinlari tagida o'rnatiladigan bo'lsa, (6) formula quyidagicha yozilishi mumkin:

$$\delta = y_r(z) = \frac{\bar{p}zL^3\left(1 - \frac{2z^2}{L^2} + \frac{z^3}{L^3}\right)}{24EI_{r6}} + \frac{\bar{p}L}{2k_p} \quad (7)$$

Rezinali tayanch qismlarining vertikal bikirligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$k_p = \frac{AE_p}{\Delta} \quad (8)$$



7-rasm. Sterjenli tizimning bosim R_i ning ta'siri chizig'ini va KTK larni aniqlashga doir masalani yechish algoritmi sxemasi

Yuqorida qayd etib o'tilgan formulalarda: δ – ikkita tayanchga o'rnatilgan bosh to'sinning ustida teng taqsimlangan $\bar{p}=1$ t/m yukning ta'siri natijasida hosil bo'lgan egilish (solishtirma salqilik); L – bosh to'sin oralig'i; I_{gb} – bosh to'sin kesimining inersiya momenti; f – to'sin uzunligi bo'yicha taqsimlangan birlik $\bar{m}=1$ tm/m teng burovchi momentdan hosil bo'ladigan to'sinning buralish burchagi (solishtirma burilish burchagi); G – bosh to'sin materialining siljishdagi moduli (amaliy hisoblashlar uchun $G = 0.4E$ deb qabul qilinadi); $I_{k,r\delta}$ – bosh to'sin kesimining buralishdagi inersiya momenti; h – tayanch-ustunning uzunligi (balandligi); F_c, I_c – tayanch-ustunning ko'ndalang kesimi hamda kesimning inersiya momenti; k_p – RTQ ning vertikal bikirligi; Δ, A, E_p – tayanch qismi qalinligi, gorizontol kesim yuzasi va tayanch qismining elastiklik moduli.

7-rasmda masalani yechish algoritmi hamda sterjenli tizimning barcha tayanch-ustunlari uchun bosim R_i ta'sir chizig'ini aniqlanishi ko'rsatilgan.

Ishlab chiqilgan usulni ishonchliligini baholovchi modeli masalalar yechildi va olingan natijalar ishlab chiqilgan hisoblash usulining real masalalarga tatbiq etilishi mumkinligini ko'rsatdi.

Dissertatsiyaning **“Konstruktiv elementlar bikrligi o'zgarishini inobatga oluvchi oraliq qurilmalarni hisoblash usuli”** deb nomlangan uchinchi bobida temirbeton oraliq qurilmalar to'sinlari bikrligini o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillar ko'rsatib o'tiladi. Bajirilgan ishlarning tahlilidan kelib chiqib, hozirgi kungacha temirbeton to'sinlardagi shikastlanishlarni ajratib ko'rsatish va u yoki bu shikastlanishlarning quyidagilarga ta'sirini hisobga olgan holdagi tasnifini keltirish mumkin:

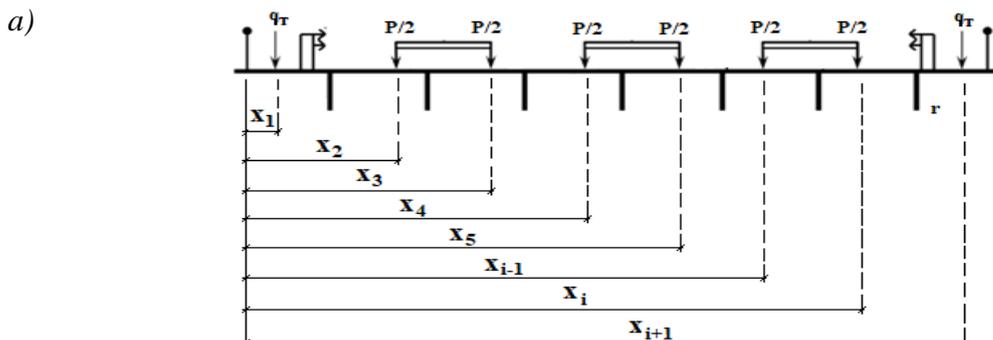
- beton mustahkamligini kamayishi;
- kesim maydoni, inersiya momenti va bikrligini kamayishi;
- yuk ko'tarish qobiliyatini kamayishi.

Hozirgi vaqtda temirbeton qovurg'asimon ko'priklari inshootlar elementlarining bikrlik parametrlarini hisobga olish usuliga yagona yondashuv yo'q, chunki, amaliyot ko'rsatganidek, ko'priklari inshootlarini ekspluatatsiya qilish jarayonida qatnov qismi plitalari hamda to'sin qovurg'alarida nuqsonlar to'planib boradi. Temirbeton ko'priklari inshootni qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida oraliq qurilmalarni ayrim uchastkalaridagi qatnov qismining temirbeton plitalarida murakkab kuchlanishlar hosil bo'ladi.

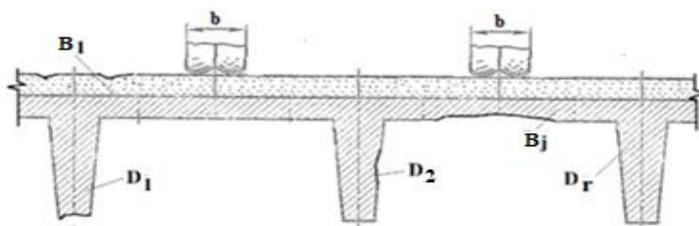
Masala yechimini topilishiga zarurat transportdan tushadigan yukning ta'siri natijasida deformatsiyalarga uchraydigan umumiy fazoviy tizim elementlari sifatida oraliq qurilma to'sinlari hamda qatnov qismi plitalarining birgalikda bog'langan holda ishlashi bilan bog'liq.

Transport vositalari va piyodalar bilan erkin tarzda yuklangan vaqtdagi qovurg'asimon to'sinlar soni r ga teng bo'lgan temirbeton oraliq qurilmani ko'rib chiqamiz (8-rasm, a). Faraz qilaylik, oraliq qurilma elementlarining bikrlik parametrlarida o'z aksini topgan ma'lum nuqson va shikastlar mavjud, masalan, bir necha yil davomidagi ekspluatatsiyadan so'ng oraliq qurilmaning turli uchastkalaridagi to'sinlar bikrligi har xil bo'lib qolgan (8-rasm, b). ya'ni $B_1 \neq B_2 \neq \dots \neq B_j, D_1 \neq D_2 \neq \dots \neq D_r$.

Bu yerda $B_j = (EI_p)_j$ – qatnov qismi alohida uchastkasining bikrligi. $D_r = (EI_{bto})_r$ – bosh to'sin alohida uchastkasining bikrligi. Bo'ylama yo'nalishda ayrim alohida bosh to'sinlar ham ko'ndalang kesim maydoni yoki elastiklik moduli kabi o'zgargan bikrlik parametrlarga ega bo'lishi mumkin (8-rasm, b).

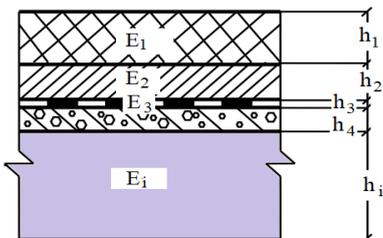


b)



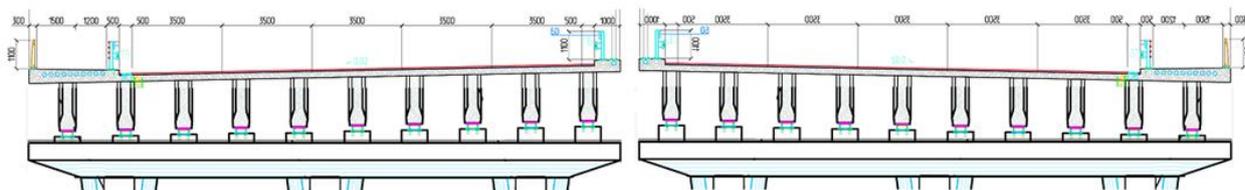
8-rasm. Oraliq qurilma kengligi bo'yicha yuklanishlar: a) oraliq qurilmani transport vositalari va piyodalar bilan yuklanishidagi hisoblash sxemasi; b) nuqson va shikastlar natijasida oraliq qurilma elementlarida turli xil ehtimoliy bikrliklar

Sterjenli tizimlarni hisoblash va tahlil qilishda ko'p qatlamlik g'oyasini kiritsak, undagi materiallarining mexanik xossalarini va joylashish shaklini ham inobatga olishga to'g'ri keladi. Oraliq qurilma konstruksiyasi ko'ndalang kesim yuzasi $F_1 \neq F_2 \neq \dots \neq F_n$, elastik moduli $E_1 \neq E_2 \neq \dots \neq E_n$ va inersiya momentlari $I_1 \neq I_2 \neq \dots \neq I_n$ turlicha bo'lgan n ta qatlamlardan iborat deb qaraladi (9-rasm). Hisoblash ishlarini amalga oshirish uchun ko'p qatlamni bitta yagona ekvivalent qatlama keltirib olamiz, ya'ni bunda ekvivalent qatlam umumiy yuza, umumiy elastiklik moduli va umumiy inersiya momentiga ega bo'ladi.

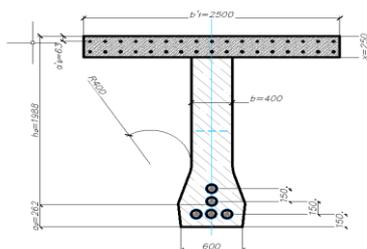


9-rasm. Oraliq qurilma qatnov qismi qoplamasi va to'sin plitasining birgalikda qaralayotgan kesimi ko'rinishi

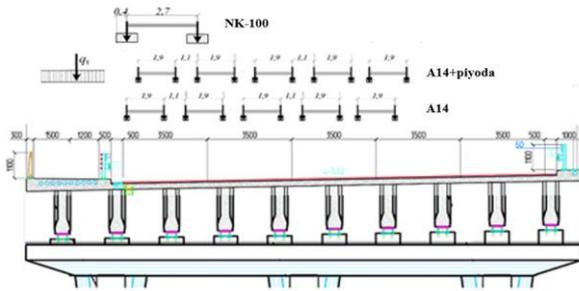
Dissertatsiyaning “**Real ko'priqli inshootlarga ishlab chiqilgan usulning qo'llanishi**” deb nomlangan to'rtinchi bobida birinchi bo'lib uzunligi 42 m bo'lgan yig'ma-monolit oraliq qurilmani deformatsiyalanishini tadqiq qilindi. Yo'l o'tkazgichning kengligi «23,0+0,2+23,0 m» sxemaga muvofiq, ammo ikkita alohida yo'ldan iborat. Oraliq qurilmaning har bir tomoni uzunligi 42,0 m va balandligi 2,0 m teng 10 ta individual loyiha asosida tayyorlangan va oldindan zo'riqtirilgan armaturali temirbeton to'sinlardan iborat (10-rasm).



10-rasm. Uzunligi 42 m oraliq qurilmaning ko'ndalang kesimi



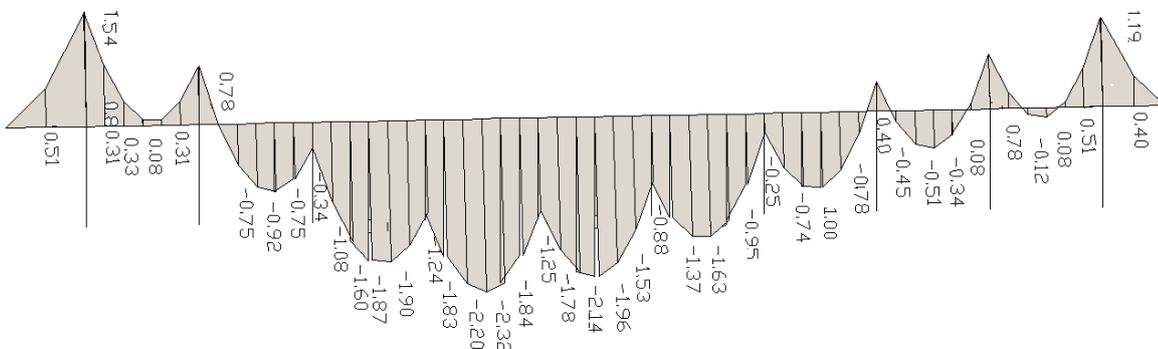
11-rasm. Uzunligi 42 m va o'rta qismida monolit plita o'rnatilgan to'sinning ko'ndalang kesimi



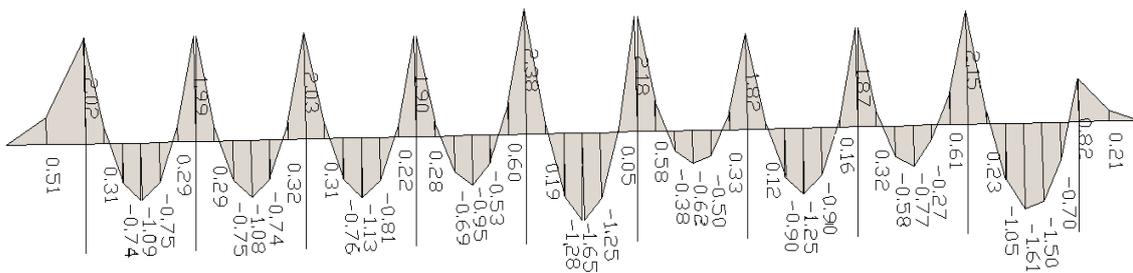
12-rasm. Oraliq qurilmani yuklantirish sxemasi

To'sinlar betoni sinfi B45, to'sinni zo'riqtirib armaturalanishi 12 ta K-7 kanatlar bog'lamidan iborat, plita qismi esa Ø12 A400 armaturalar yordamida zo'riqtirilgan, faqat bunda betonning B40 sinfidan foydalanilgan (11-rasm).

Oraliq qurilmani yuklantirish sxemasi 12-rasmda keltirilgan, bunda oraliq qurilmani yuklantirishning uchta varianti ko'rib chiqiladi: "A14+piyoda", "A14" va "NK-100" yuklari. Hisoblashlar natijasida topilgan eguvchi momentlarning maksimal qiymatlari 13 va 14-rasmlarda keltirilgan.



13-rasm. Oraliq qurilma o'z og'irligi (qatnov qismi qoplamasi bilan) hamda transport yukining ta'sirida qatnov qismi plitasini umumiy ishda ishtiroki natijasida hosil bo'lgan eguvchi momentlar epyurasi (tm)

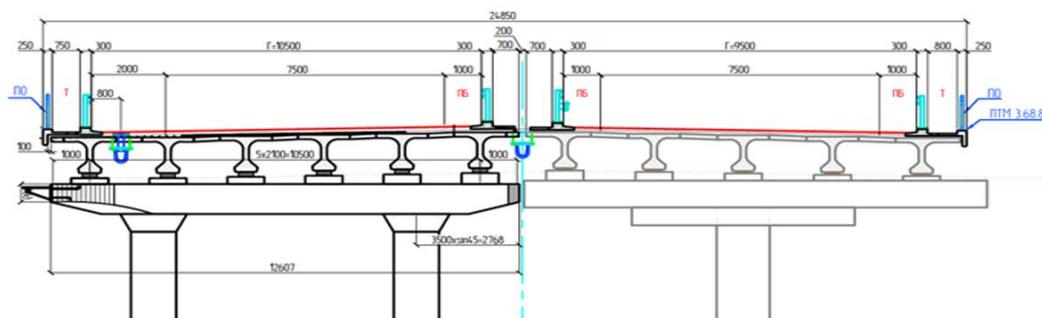


14-rasm. Oraliq qurilma o'z og'irligi (qatnov qismi qoplamasi bilan) hamda plitada "A14+piyoda" sxemasi bo'yicha maxalliy transport yuklanishi bilan yuklantirilgan holadagi qatnov qismi plitasini umumiy ishda ishtiroki natijasida hosil bo'lgan eguvchi momentlar epyurasi (tm)

Hisoblashlar natijasida mavjud to'sinlarda katta zahira borligi aniqlandi va ulardagi ishchi armaturalar sonini kamaytirish uchun tavsiyalar berildi. Shundan kelib chiqib aniqlanadigan iqtisodiy samaradorlik bitta 42 m lik oraliq qurilma uchun 10,797,380 so'mligi aniqlandi.

Vazirlar Mahkamasining 2022 y. 30 dekabr 465-son qarori asosida loyihalangan Sirdaryo tumanidagi "Toshkent-Samarqand" temiryo'l liniyasi ustidan PK82+460 km o'tgan M-34 avtomobil yo'lidagi yo'l o'tkazgichini oraliq

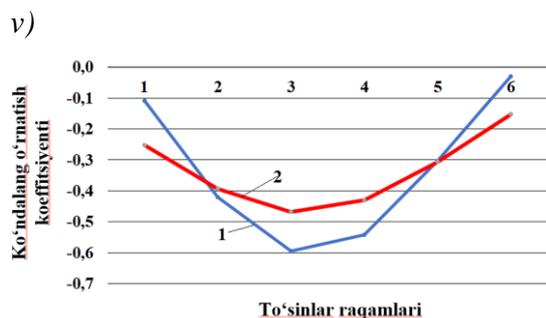
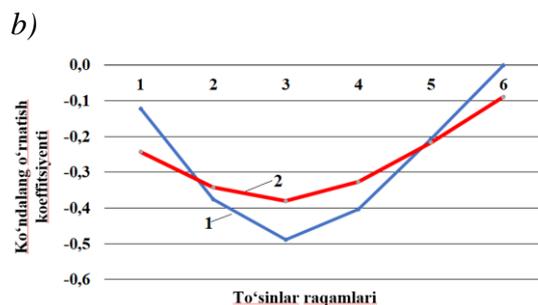
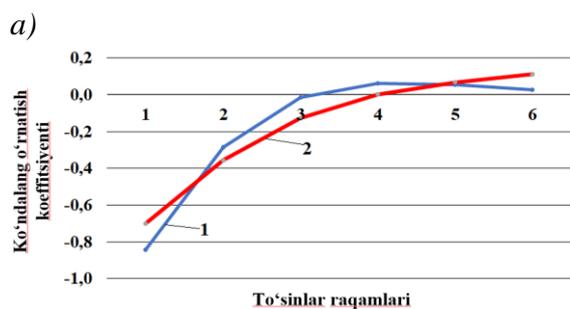
qurilmasini mustahkamlikka hisoblash ishi bajarildi (15-rasm). Yo‘l o‘tkazgich sxemasi 5x24 m, umumiy gabariti G=24.85 m teng alohida oraliq qurilmali (mavjud yo‘l o‘tkazgichning gabariti G=9,5 m, yangisniki esa G=10,5 m), trotuarlari 0,8 m va 0,75 m dan iborat.



15-rasm. Uzunligi 24 m oraliq qurilmaning ko‘ndalang kesimi

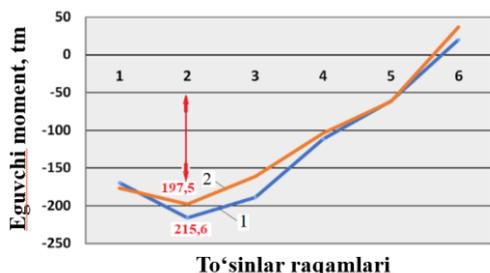
Topilgan natijalarni tahlildan ko‘rinadiki, qatnov qismi qoplamasi qatlamlari bikrligini hisobga olinishi oraliq qurilmadagi vaqtincha transport yuklari ta‘sirini taqsimlanishini o‘zgartirib yuborar ekan (16-rasm). Oraliq qurilma plitasining bikrligi oshgan sari o‘rta to‘sinlar uchun bosim kuchi ta‘sir chizig‘i ordinatalari va KTK qiymatlari A14 yuklari uchun anchagina kamaydi. Har bir to‘sin uchun qatnov qismi qoplamasining bikrligini hisobga olingan va olinmagan holda hisoblangan KTK qiymatlari aniqlandi. Shunday qilib, olingan natijalarga asosan oraliq qurilmning yuk ko‘tarish qobiliyati ta‘minlangan va qatnov qismi qoplamasi bikrligini hisobga olinishi eng katta zo‘riqishga ega to‘sinda eguvchi momentning qiymatini deyarli 9% kamayishiga olib keldi, degan xulosaga kelish mumkin (17-rasm).

A-380 avtomobil yo‘lining 640+200 km dagi ko‘prikdan og‘ir vaznli va katta gabaritli nome‘yoriy yukni o‘tishi rejalashtirilishi bilan ko‘rikdan o‘tkazish ishlari 15.05.2024 sanada olib borildi va yuk ko‘tarish qobiliyatini aniqlash masalasi yechildi.



16-rasm. “A14+piyoda” yuklanish sxemasi bo‘yicha hisoblab topilgan KTK qiymatlari:

- a) piyodalardan tushayotgan yuki uchun;
- b) A14 ning yoyilgan tasmali yuki uchun;
- v) A14 ning aravali yuki uchun: 1-qatnov qismi qoplamasi qatlamlari bikrligi hisobga olinmaganda; 2 – qatnov qismi qoplamasi qatlamlari bikrligi hisobga olinganda

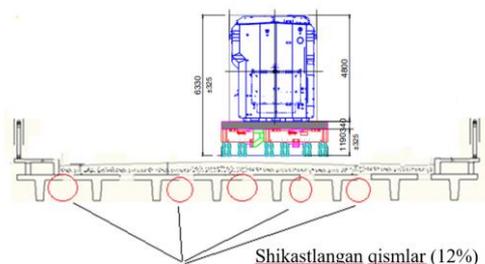


17-rasm. Eng katta eguvchi momentlarning oraliq qurilmada taqsimlanishi:
1-qatnov qismi qatlamlari bikrligi hisobga olinmaganda; 2 – qatnov qismi qatlamlari bikrligi hisobga olinganda

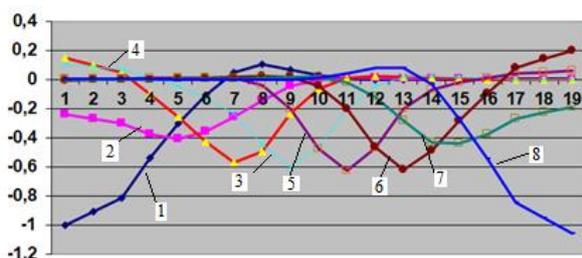
Ekspluatatsiya jarayoni davomida gidrozolyasiyaning himoyalash xususiyatlari yo‘q bo‘lib ketgan. Buni tayanch qoziqlari hamda oraliq qurilmalarning monolitlangan choklarida betonni ishqorli yuvilish holatlarida ko‘rish mumkin. Oraliq qurilma to‘sinlarining o‘rta qismlarida, to‘sinlarning qovurg‘alarida beton ko‘chkilar mavjud bo‘lib, monolitlash choklarida himoya qatlamlar kamayishi hisobiga ko‘ndalang armaturalar ko‘rinib qolga (18-rasm). Ushbu nuqsonlar tahlilidan hisobiy uzunligi 14,4 m bo‘lgan 5 dona to‘sinlar har birining bikrligi 12% foizga pasaygani ma’lum bo‘ldi (19-rasm).



18-rasm. Oraliq qurilma plita qismidagi shikastlanishlar



19-rasm. Oraliq qurilmani yuklantirish va plita qismidagi shikastlanishlar



20-rasm. Har bir to‘sin uchun qurilgan ichki zo‘riqish bosimining ta‘sir chizig‘i: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – to‘sinlar soni

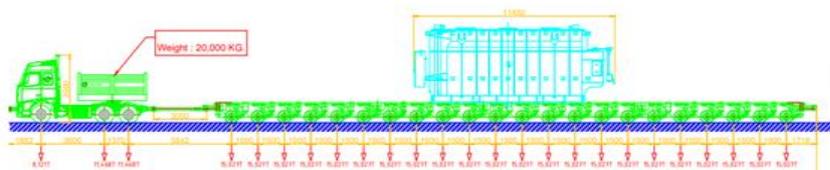
Vaqtincha transport yuki sifatida nogabarit transport vositalaridan tushadigan me‘yordan ortiq yuk ko‘rib chiqildi. Bunda vazni 527,5 t bo‘lgan umumiy yuk, soni 22 dona va oralig‘i 1,5 m ni tashkil etuvchi treyler o‘qlariga bo‘ylama yo‘nalish bo‘yicha taqsimlangan. 20-rasmda har bir to‘singa taqsimlanuvchi tashqi nome‘yoriy yukdan paydo bo‘lgan ichki zo‘riqish kuchi bosimining ta‘sir chizig‘i epyuralari keltirilgan. KTK qiymatlarini treyler g‘ildiraklari ostidagi ichki zo‘riqish kuch bosimi ta‘sir chizig‘i ordinalari yig‘indisi orqali aniqlaymiz. Ishlab chiqilgan

usul va hisoblash dasturidan to‘sinlar bo‘yicha aniqlangan momentlar epyurasining qiymatlaridan olingan to‘sindagi maksimal moment $M_{vaaq} = 157,312 \text{ tm}$ ga teng. Treyler o‘qiga tushuvchi yuk sinfi $K_E=23,98$ hisobga olinganida, quyidagilarni e‘tiborga olib yukning ruxsat etilgan sinfini aniqlandi:

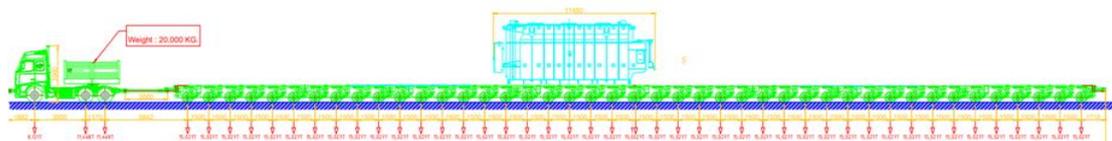
$$K_D = \left(\frac{M_{cheg} - M_{doim}}{M_{vaaq}} \right) K_E = \frac{140,9 - 69,23}{157,312} 23,98 = 10,93$$

Demak oraliq qurilmaning yuk ko‘tarish qobiliyati usbu ko‘rinishda ($10,93t < 23,99t$) 2,19 barobar kamaygan. Ko‘prik yukni ko‘tara olmaydi. Shuning uchun ko‘prikda ta‘mirlov ishlarini bajarish kerak va treyler o‘qidan tushayotgan yukni konstruktiv usulda kamaytirish tavsiya etiladi (21-Rasm).

a)



b)



21-rasm. Nome‘yoriy yukni treyler o‘qlariga taqsimlanishi: a) mavjud sxema, b) taklif etilayotgan sxema

XULOSA

1. Temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalar elementlari bikriklari va ularda vaqtinchalik transport yuklari ta‘sirining taqsimlanishini hisobga oluvchi matematik model, hisoblash sxemasi va usuli yaratildi.

2. Transport yukidan ixtiyoriy bosh to‘singa tushadigan vertikal bosim kuchi ulushini aniqlash usuli ishlab chiqildi, bosim kuchining ta‘sir chizig‘ini qurish yo‘li keltirildi va ko‘ndalang taqsimlash koeffitsiyentlarini aniqlash usulini sonli ko‘rinishda joriy etuvchi algoritmlar va hisoblash dasturi yaratildi.

3. Temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalar bosh to‘sinlaridagi ichki zo‘riqish kuchining ta‘sir chizig‘ini qurishda chekli elementlar usuli nazariyasi foydalanildi va to‘sinlarda egilishi va buralish deformatsiyasini ifodalovchi yangi chekli elastik element yaratildi.

4. Ishlab chiqilgan usulni va algoritmlarni ishonchliligini baholovchi modeli masalalar yechildi, olingan natijalar hisoblash usulining real masalalariga tatbiq etilishi mumkinligini ko‘rsatdi.

5. Noan‘anaviy yondashuvlar va qurilish mexanikasining ilg‘or sonli usullari yordamida temirbeton qovurg‘ali oraliq qurilmalarda tashqi yuklar qiymatining taqsimlanish parametrlari va koeffitsiyentlarini inobotga olish, oraliq qurilma elementlarida ichki kuchlar va ko‘chishlarni aniqlovchi tenglmalar sistemasini tuzish, “Bridge_Ram, Form Ram, Formnag_Ram, Solve_Ram, Result_Ram, Line Ram” nimdasturlaridan foydalangan holda algoritmlarini va avtomatlashtirilgan hisoblash dasturlarini ishlab chiqish ishlari bajarildi;

6. Har xil gabaritli va o'lchamli yangi hamda ekspluatatsiya qilinayotgan ko'priklari inshootlarni mustahkamligi va yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash bilan bog'liq masalalarni yechish va olingan natijalarni amaliyotga tatbiq etish, nuqsonlarga ega bo'lgan inshootni vaqtinchalik yuklar bilan yuklanganda oraliq qurilmada transport yukini taqsimlanishini aniqlanish ishlari bajarildi. Natijada loyiha tashkilotlariga aniq hisob kitoblar topshirildi va yechimlar ko'rsatildi.

7. Ishlab chiqilgan usul yordamida O'zbekiston Respublikasi avtomobil yo'llaridagi real ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarning temirbeton qovurg'ali oraliq qurilmalarini A14, NK-100 va nogaborit me'yordan ortiq yuklar ta'siriga hisoblash ishlari bajarildi, ularning mustahkamligi va yuk ko'tarish qobiliyati darajasini o'rganishga oid tadqiqotlar olib borildi. Natijada ishlab chiqilgan usul yordamida bir oralig'i 42 m lik oraliq qurilma uchun 289,447,600 so'm iqtisodiy samaradorlikga erishish mumkinligi taklif etildi.

8. Ko'priklari inshootlar oraliq qurilmalari deformatsiyalanishida qatnov qismi plitasini ustida joylashtiriluvchi qatlamlarni umumlashtirilgan bikrlilik qiymatlari bilan olinishi ko'ndalang taqsimlash koeffitsiyentini qiymatiga sezilarli tarzda ta'sir qilishi aniqlandi. Natijada oraliq qurilmaning maksimal moment 9% ga kamayishi ko'rsatildi.

9. Ekspluatatsiya qilinayotgan shikastlanishlari bor ko'priklardan nome'yoriy yukni o'tkazish uchun uning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash masalasi yechildi, ruxsat etilgan yuk sinfi nome'yoriy yuk sinfidan deyarli 2,19 barobar kamligi aniqlandi. Natijada ko'priklarda ta'mirlov ishlarini bajarish kerakligi qayd qilindi va yuklarni o'tkazish uchun ko'priklar konstruksiyalarini kuchaytirish ishlari kerakligi va yuk tashuvchi treylarning yangi sxemasi taklif etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.15/31.08.2022.Т.73.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

МЕНГЛИЕВ ИСМОИЛ АБДУНАЗАР ЎҒЛИ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕБРИСТЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК**

**05.09.02 – “Геотехника”
(Мосты, транспортные тоннели и метрополитены)**

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

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Высшем образовании, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.3.PhD/T4965.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (разюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Миралимов Мирзохид Хамитович
доктор технических наук (DSc), доцент

Официальные оппоненты:

Юлдашев Шарафитдин Сайфитдинович
доктор технических наук, профессор
Ювмитов Анвара Сайфуллаевич
доктор философии по техническим наукам (PhD), старший научный сотрудник

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Защита диссертации состоится «06» марта 2025 года в 15⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.04 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167., г. Ташкент, ул. Темирйўлчилар, 1., ауд. 259.

Тел.: (+99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-5754; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного университета (зарегистрирована № 224). (Адрес: 100067., г. Ташкент, ул. Темирйўлчилар, 1. Тел.: (+99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «25» февраля 2025 года.
(реестр протокола рассылки № 19 от «25» февраля 2025 года).

А.И. Адилходжаев
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

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

А.А. Ишанходжаев
Председатель научного семинара при Научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Мосты являются неотъемлемой частью любой транспортной системы и их надежность и безопасность являются актуальными вопросами во всем мире. В настоящее время проблемы, связанные со старением мостов, увеличением нагрузок, природными катастрофами и финансовыми ограничениями, приобретают глобальное значение. Многие мосты были построены в прошлом веке и не соответствуют современным транспортным и климатическим условиям. Решение этих вопросов требует внедрения новых технологий, инновационных материалов, передовых методов проектирования и расчетов для обеспечения прочности и долговечности мостов. В развитых странах, таких как США, Швейцария, Южная Корея, Россия, Китай, проектирования мостов, дорог и других транспортных сооружений осуществляется с использованием современных передовых технологий и инженерных инструментов. В этом контексте особое внимание уделяется совершенствованию методов расчета пролетных строений автодорожных мостов под воздействием транспортных нагрузок, а также применению современных и инновационных расчетных технологий для повышения их грузоподъемности.

Во всем мире большое внимание уделяется совершенствованию объемно-планировочных решений мостовых сооружений, а также развитию теории и методов расчета конструкций с учетом реальных особенностей и характеристик материалов под различными нагрузками и воздействиями. Проводятся научные исследования, направленные на улучшение методов расчета жесткости, прочности и долговечности мостовых конструкций с применением принципиально новых конструктивных решений, передовых технологий и инструментов проектирования. В этом направлении одной из актуальных задач является совершенствование методов расчета грузоподъемности железобетонных пролетных строений автодорожных мостов, а также разработка эффективных методик оценки деформационных процессов мостовых конструкций под воздействием внешних факторов.

В Республике Узбекистан особое внимание уделяется развитию дорожного и транспортного строительства, совершенствованию систем обеспечения прочности мостовых сооружений на строящихся объектах и реализации соответствующих мер. В частности, в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» определены жизненно важные вопросы². Решение этих вопросов требует изучения и совершенствования методов расчета мостов и путепроводов под различными нагрузками, а также анализа воздействия современных временных транспортных нагрузок на деформационные процессы пролетных строений.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 г. № УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы»

Настоящая диссертация в определенной степени способствует реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-6097 от 29 октября 2020 года «О концепциях развития науки до 2030 года», в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-4794 от 30 июля 2020 года «О мерах по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий Республики Узбекистан», в Постановлении № ПП-3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы внедрения инновационных идей, технологий и проектов», в Законе Республики Узбекистан «О науке и научной деятельности» от 29 октября 2019 года, а также в других нормативно-правовых актах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследование проводится в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV. «Математика, механика, сейсמודинамика сооружений и информатика» и XIV. «Сейсмология, сейсmobезопасность и строительство зданий и сооружений».

Степень изученности проблемы. Теория и методы расчета пролетных строений мостовых сооружений на автомобильных дорогах в их нынешнем виде были созданы в 50-70 годы прошлого столетия. Одновременно с дальнейшей разработкой конструктивных форм железобетонных мостов, путепроводов и эстакад, оптимальных по своим схемам, велась разработка методов расчета конструкций мостовых конструкций.

Вопросы индустриализации и ускорения строительства искусственных сооружений требовали увеличения типовых проектов железобетонных конструкций. С этой целью основные размеры пролетных строений мостов обычно определялись с соблюдением принципов модульности и унификации при сохранении их стандартных размеров.

Важнейшим параметром, определяющее целевое использование мостового сооружения как объекта транспортного строительства, являются временные нагрузки, создаваемые движением автомобильного транспорта. Расчетные схемы и основные условия расчетов должны представлять реальные условия конструкций мостовых пролетных строений в процессе эксплуатации. В проекте следует предусмотреть принципиально современные вычислительные методы и модели, позволяющие избежать чрезмерной деформации и каскадного разрушения одного или нескольких элементов мостового сооружения при выходе из строя одного или нескольких элементов из-под движущейся транспортной нагрузки наряду с экстремальными природными и техногенными воздействиями.

Научные исследования, направленные на разработку и совершенствованию теории и методов расчета железобетонных балочных пролетных строений мостовых сооружений на автомобильных дорогах проводились Department of Civil and Environmental Engineering University of California, The Earthquake Engineering Research Institute (SShA), Kyoto

university, Seismic Resistance Experiment Center (Yaponiya), National Center for Research on Earthquake Engineering (Xitoy), а также в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях, таких как Российский государственный университет путей сообщения, Петербургский государственный университет путей сообщения (Российская Федерация), Институт механики и сейсмоности АН РУз, Ташкентский государственный транспортный университет РУз.

Разработке методов расчета мостов с учетом особенностей деформирования железобетонных конструкций под действием нагрузок посвящены научные исследования А.Е. Aktan, Bruel ва Kjaer, G. Chellini, J.T. Dewolf, D.Owen, N. A Lloyd, S.S. Law, X. Liu, Bank, L. C, Chen Y, Е.Е. Гибшмана, А. С. Залесова, Б.Н. Жемочкина, В.А.Киселева, Б.Я. Лашчеников, Я.Д. Лившиц, Н.Й. Поливанов, К.К. Пономарева, А.А.Потапкина, К.С. Силина, А.Ф. Смирнова, Н.К. Снитко, И.А. Трифонова, Б.Е. Улицкого, А.А. Уманского, А.П. Филина, Н.Н. Шапошников, Д. М. Шапиро и других ученых.

В нашей республике в области расчета и проектирования, эксплуатационной надежности мостов и путепроводов посвящены работы А.А. Эшанхаджаевп, Р.К. Мамажонова, А. А. Ашрабова, А.Х. Абдужабарова, И. Мирзаева, Ч.С. Раупова, С.С. Салиханова, М.Х. Миралимова, У. Рахманова, У.З. Шермухамедова, Ш. Б. Ахмедова и многих других.

Однако в ряде выполненных научных работах посвященным методам расчета прочности автодорожных мостовых сооружений, учет распределения воздействующих современных транспортных нагрузок, а также специальных негабаритных грузов на балки железобетонных ребристых пролетных строений не были должным образом рассмотрены и изучены.

Связь темы диссертации с научно – исследовательским планом высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательской работы Ташкентского государственного транспортного университета.

Целью исследования: Целью исследования является разработка уточненного метода расчета, описывающего закономерность распределения и влияния транспортных нагрузок на железобетонные пролетные строения мостов и путепроводов на автомобильных дорогах.

Задачи исследования:

анализ выполненных научных работ, характеризующих деформационные свойства железобетонных пролетных строений мостов и путепроводов на автомобильных дорогах под транспортными нагрузками и учитывающих требования действующих норм проектирования;

разработка математической модели, расчетной схемы и метода расчета с учетом влияние жесткости элементов железобетонных пролетных строений на распределения воздействия от временных транспортных нагрузок;

разработка метода построения линий влияния внутренних сил, возникающих при воздействии транспортных нагрузок, передаваемых на

главные балки пролетных строений, с использованием передовых численных методов механики;

построение системы уравнений, определяющие внутренние силы и перемещения в элементах пролетного строения, разработка относительно простых и точных вычислительных алгоритмов и программ;

с использованием предложенной математической модели и разработанного метода производить расчеты реальных мостовых сооружений на автомобильных дорогах Республики Узбекистан.

Объектом исследования являются ребристые пролетные строения железобетонных мостов и путепроводов на автомобильных дорогах.

Предмет исследования. Элементы пролетных строений мостов и путепроводов на автомобильных дорогах, определение прочности и несущей способности конструкций главных балок из ребристой конструкции при воздействии нормативных и ненормативных тяжеловесных транспортных нагрузок.

Методы исследования. Математические модели рассматриваемых систем, их численный анализ, основные положения и современные методы строительной механики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана математическая модель расчета железобетонных ребристых пролетных строений автодорожных мостов и путепроводов при воздействии различных видов транспортных нагрузок с применением основных уравнений современной строительной механики.

на основе метода конечных элементов предложен способ определения коэффициента распределения транспортных нагрузок, при этом изгибные и крутильные деформации балок выражены с использованием стержневого конечного элемента.

разработан метод построения эпюры внутренних усилий в главных балках на основе моделирования движения транспортных нагрузок по пролетным строениям обладающих различной жесткостью.

для уменьшения давления временных нагрузок совершенствован метод расчета коэффициента поперечного распределения с учетом жесткости плиты и конструктивных слоев проезжей части железобетонных ребристых пролетных строений.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

разработаны математическая модель и метод расчета, отражающие закономерности распределения вертикально действующих временных транспортных нагрузок по главным балкам и плитам пролетных строений мостовых сооружений с учетом изгибной и крутильной жесткости;

разработан шаговый алгоритм определения коэффициентов поперечного распределения железобетонных ребристых балок и программ компьютерного расчета элементов конструкций пролетных строений;

с применением теории линии влияния строительной механики разработан метод определения реактивных усилий в элементах пролетных строений и

проведены реальные расчеты;

результаты исследований, полученные в диссертации представлены в соответствующие проектные организации для оценки прочности и несущей способности разрезных и неразрезных железобетонных ребристых пролетных строений.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждена использованием обоснованных методов строительной механики, сравнением результатов расчетов, выполненных по предложенной методике, с теоретическими данными, полученными из общеизвестных литературных источников.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов подтверждается внедрением в практику расчетных моделей и теоретических расчетов, а также разработкой методов расчета прочности и несущей способности железобетонных пролетных строений под действием современных транспортных нагрузок и эффективностью их использования.

Практическая значимость научно-исследовательских работ заключается в создании инженерного программного пакета, направленного на статический расчет железобетонных ребристых пролетных строений мостовых сооружений, и на их основе решение практических задач, а также представление соответствующих рекомендаций с учетом их дальнейшего использования.

Внедрение результатов исследования. Результаты научно-исследовательской работы по совершенствованию методов расчета железобетонных ребристых пролетных строений автодорожных мостовых сооружений на воздействие транспортных нагрузок:

Предложенный метод расчета был применен для проверки прочности железобетонных ребристых пролетных строений путепровода, расположенного на РК82+460 км автомобильной дороги М-34, пересекающей железнодорожную линию «Ташкент-Самарканд» в Сирдарьинском районе. Он был внедрен в организации АО «Куприккурилиш» (справка №4/9532 от 9 октября 2024 года Министерства транспорта Республики Узбекистан). В результате прочность железобетонных ребристых пролетных строений путепровода была увеличена на 9%.

Процесс повышения несущей способности пролетных строений путепровода на РК82+460 км автомобильной дороги М-34 за счет совместной работы плиты и покрытия проезжей части был внедрен в практику в организации АО «Куприккурилиш» (справка №4/9532 от 9 октября 2024 года Министерства транспорта Республики Узбекистан). В результате была достигнута эффективная защита несущей способности мостовых сооружений и их запаса прочности на достаточном уровне.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований по теме диссертации обсуждены на 4 международных (3 на базе SCOPUS) и республиканских научно-практических конференциях (1).

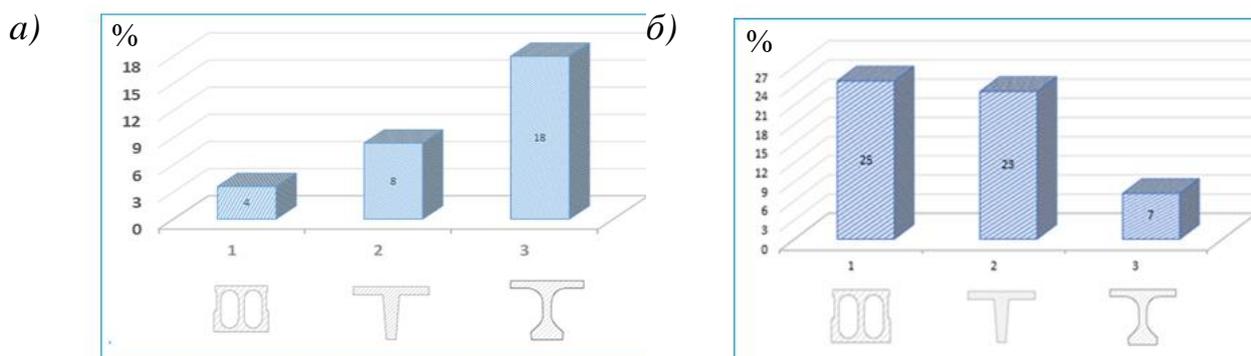
Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 8 статей в научных журналах, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан, из них 4 в местных и 4 в зарубежных журналах (3 проиндексированы в базе SCOPUS). Также получены 3 авторских свидетельства на программные средства для ЭВМ из Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений, объем диссертационной работы составляет 112 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность диссертации, формулируются цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, изложено внедрение в практику результатов исследования, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации "**Современное состояние мостовых сооружений, эксплуатируемых на автомобильных дорогах Республики Узбекистан**" проанализировано состояние мостовых сооружений, эксплуатируемых на автомобильных дорогах Республики Узбекистан. Представлен опыт использования железобетонных пролетных строений с плитными, тавровыми, двухтавовыми балками в составе проектируемых и строящихся железобетонных мостовых сооружений дорожной сети республики (рис.1).



1 - преднапряженные плиты, 2 - тавровые балки с обычной арматурой,
3 - двухтавовые балки с преднапряженной арматурой

Рис. 1. Общее количество мостовых сооружений с железобетонными пролетными строениями (в процентах): а) на автомобильных дорогах центральных городов областей, в том числе г. Ташкенте; б) на автомобильных дорогах хозяйств, поселков и кишлаков

Строительство новых и реконструкция существующих мостов и путепроводов, отвечающих современным требованиям, является одной из основных задач градостроительства.

К настоящему времени, в целях реализации соответствующих указов и распоряжений Президента Республики Узбекистан в 2022-2023 годах, Комитетом по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта отремонтировано 8 209 тысяч километров дорог и 63 мостов.

В течение 2023-2027 годов за счет республиканского бюджета запланировано строительство, реконструкция и ремонт 92,183 тысяч километров автомобильной дороги, более 1,532 тысяч мостов и путепроводов, а также поэтапная реконструкция и ремонт существующих 1512 мостовых сооружений и других искусственных сооружений республики, требующих ремонта. Следует отметить, что на автомобильных дорогах общего пользования Республики Узбекистан эксплуатируется более 7 тысяч мостов (в том числе 93% железобетонных и каменных мостов, 7% металлических мостов). Большинство из них были построены в 70-80-х годах прошлого столетия. В мостостроении в основном используются сборные железобетонные конструкции.

На рис. 2 приведены данные о нагрузках в виде полос А14, принятых в действующих нормах Республики Узбекистан, а также, принятых в европейских странах. Можно увидеть, что эквивалентные нагрузки в виде полос А14 значительно меньше по сравнению с нормами европейских стран в диапазонах 20,0 метров, но приближаются к этим нормам в диапазонах 10,0 метров.

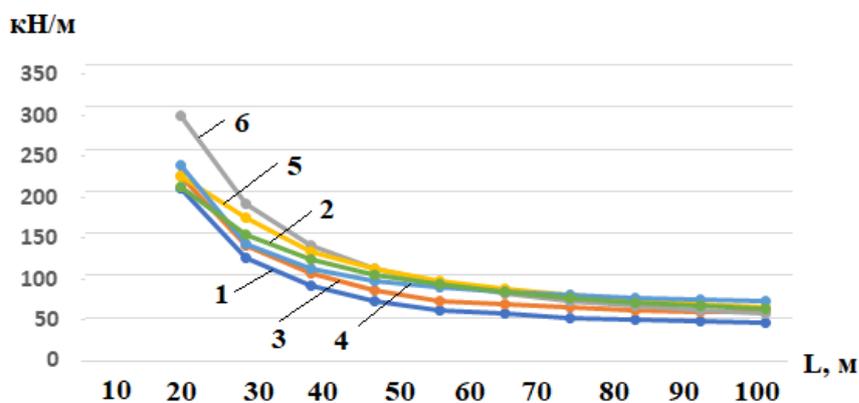


Рис. 2. Модели грузов по нормам Республики Узбекистан и европейских стран:
1) Узбекистан, 2) Франция, 3) Германия, 4) Норвегия, 5) Швейцария, 6) Нидерланды

Увеличение грузоподъемности автомобильного транспорта и интенсивности движения приводит к тому, что большинство мостовых сооружений не отвечают современным эксплуатационным требованиям, имеют дефекты и повреждения.

На сегодняшний день основные методы расчета по вычислению давления от транспортных нагрузок на главные балки железобетонных ребристых пролетных строений мостов и путепроводов с учетом коэффициентов

поперечного распределения (коэффициенты поперечной установки) можно разделить на 3 группы:

- метод рычага;
- метод внецентрового сжатия;
- метод упругих опор;

Недостатками этих методов являются:

- в методе рычага учитывается максимум деформирования 3 балок пролетных строений, но в основном данный метод может быть использован в случаях когда пролетное строение рассматривается преимущественно над опорами моста;

- метод внецентрового сжатия применяется для пролетных строений со сравнительной высокой жесткостью и не учитывает деформации пролетного строения в целом, кроме того, здесь не учитывается различие жесткостей главных балок;

- в методе упругих опор плита проезжей части пролетного строения рассматривается как непрерывная балка, расположенная на упругих оседающих опорах, состоящих из главных балок. Для определения ординат линий влияния давления, действующих на основные несущие элементы (главные балки) пролетного строения, или числа главных балок по поперечному сечению от 3 до 8 используются эмпирические зависимости и номограммы, предназначенные для определения этих ординат.

Полноценный анализ проведенных исследований позволил выявить ряд недостатков приведенных эмпирических методов и показал необходимость разработки более совершенных методов расчета пролетных строений, позволяющих с достаточной точностью оценить деформированное состояние (ДС) мостовых сооружений для практических целей.

Во второй главе диссертации "**Моделирование деформации пролетного строения под воздействием транспортных нагрузок**" приведены схемы нагружения пролетного строения мостовых сооружений, показаны этапы численного метода определения доли давления от общей транспортной нагрузки на произвольную главную балку, в том числе и метода определения коэффициентов поперечного установки (КПУ).

С помощью метода и коэффициентов поперечного распределения определяем долю временной нагрузки, приходящуюся на ту или иную балку пролетного строения. При этом важно знать, что свойство распределения нагрузки между балками зависят от поперечной жесткости пролетного строения.

Далее рассмотрим железобетонное пролетное строение с ребристыми балками с числом r (рис. 3). Для этого вырезаем из пролетного строения полосу шириной $b=1\text{м}$ в поперечном направлении к пролету и используем принцип распределения межбалочной нагрузки. По этому принципу пролетное строение рассматривается как плита, опирающаяся на упругие продольные опоры, т.е. главные балки и образующую стержневую систему. Разделим эту систему на n узлов и m стержневые элементы (рис. 4).

На узел i плоской стержневой системы могут действовать сосредоточенные силы (за исключением горизонтальных сил):

$$\bar{P}_i^X = 0 \text{ - по оси } X;$$

$$\bar{P}_i^Y = 1 \text{ - вертикальная сила по оси } Y;$$

$$\bar{M}_i = 1 \text{ - момент, действующий на узел } i.$$

Тогда для каждой балки необходимо построить линии влияния давления P , создаваемого единичной вертикальной нагрузкой $\bar{P}_i^Y = 1$ на консоли непрерывной плиты и суммарным изгибающим моментом $\bar{M}_i = 1$.

Таким образом, в плоскости XOY единичные силы \bar{P}_i^Y и \bar{M}_i образуют вектор сил, приложенных к конкретному узлу:

$$\vec{P}_i = [0 \quad \bar{P}_i^Y \quad \bar{M}_i]^T . \quad (1)$$

Сумма всех внешних сил, действующих на узлы ($n-r$), может быть представлена в виде:

$\vec{P} = [\vec{P}_1 \quad 0 \quad 0 \dots \dots 0]^T$ - когда сосредоточенные силы расположены в 1-м узле;

$\vec{P} = [0 \quad 0 \quad \vec{P}_i \dots \dots 0]^T$ - когда сосредоточенные силы расположены в i -м узле;

$\vec{P} = [0 \quad 0 \quad 0 \dots \dots \vec{P}_{(n-r)}]^T$ - когда сосредоточенные силы расположены в ($n-r$)-ом узле.

Каждый жесткий узел может иметь три перемещения: U_i - по оси X ; V_i - по оси Y ; φ_i - угловое. Перемещения U_i , V_i , φ образуют вектор перемещения узла i .

$$\vec{Z}_i = [U_i \quad V_i \quad \varphi_i]^T . \quad (2)$$

все перемещения, возникающие в n узлах, могут быть представлены в следующем виде:

$$\vec{Z} = [\vec{Z}_1 \quad \vec{Z}_2 \quad \vec{Z}_i \dots \dots \vec{Z}_n]^T . \quad (3)$$

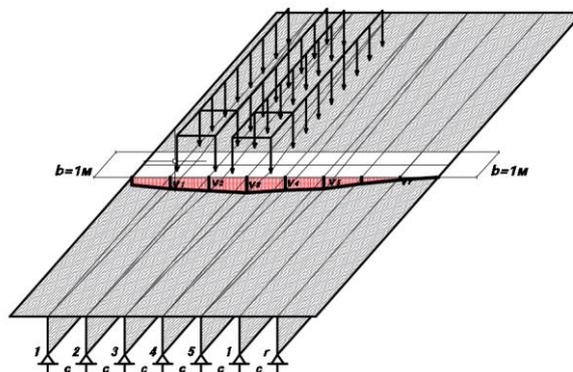


Рис. 3. Схема деформирования пролетного строения под воздействием транспортных нагрузок

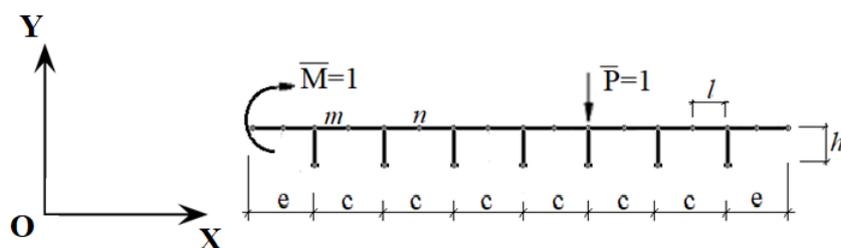


Рис. 4. Поперечная стержневая система пролетного строения

Тогда используя общие уравнения строительной механики для плоских стержневых систем получить $3 \cdot n$ систему линейных алгебраических уравнений:

$$(AD^{-1}A^T)\vec{Z} = \vec{P} \quad (4)$$

Таким образом, система уравнений равновесия задачи (линейные алгебраические уравнения) может быть представлена следующим образом:

$$K\vec{Z} = \vec{P} \quad (5)$$

где K - квазидиагональная матрица жесткости конструкции, состоящая из блоков матриц жесткости конечных элементов.

Необходимо найти матрицу жесткости стержневого КЭ, моделирующего упругие опоры-стойки. При этом необходимо понимать, что упругие параметры (жесткости) опор являются функциями изгиба y_r и угла поворота θ_r и они различны по продольному направлению, т.е. по главным балкам пролетного строения (рис. 5, а).

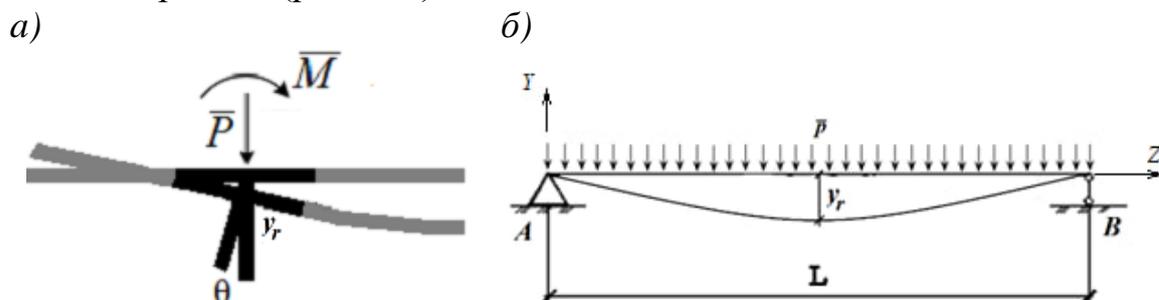


Рис. 5. Схема деформирования балки в составе пролетного строения под действием единичных внешних сил: а) в поперечном направлении; б) в продольном направлении

Жесткость отдельной опоры-стойки стержневой системы при вертикальном деформировании определяется из условия равенства деформаций элементов пролетного строения. В этом случае, если граничными условиями главной балки является шарнирное соединение (для случая разрезных пролетных строений), то, исходя из основного выражения на изгиб для данного граничного условия балки, можно написать следующую зависимость по прогибу при изгибе под действием единичных распределенных сил $\bar{p}=1t/m$ (рис. 5, б):

$$\delta = y_r(z) = \frac{\bar{p}zL^3 \left(1 - \frac{2z^2}{L^2} + \frac{z^3}{L^3}\right)}{24EI_{r6}} \quad (6)$$

Известно, что основная идея метода конечных элементов (МКЭ) заключается в том, что любую непрерывную величину можно аппроксимировать дискретной моделью, построенной из многочисленных кусочно-прерывных функций.

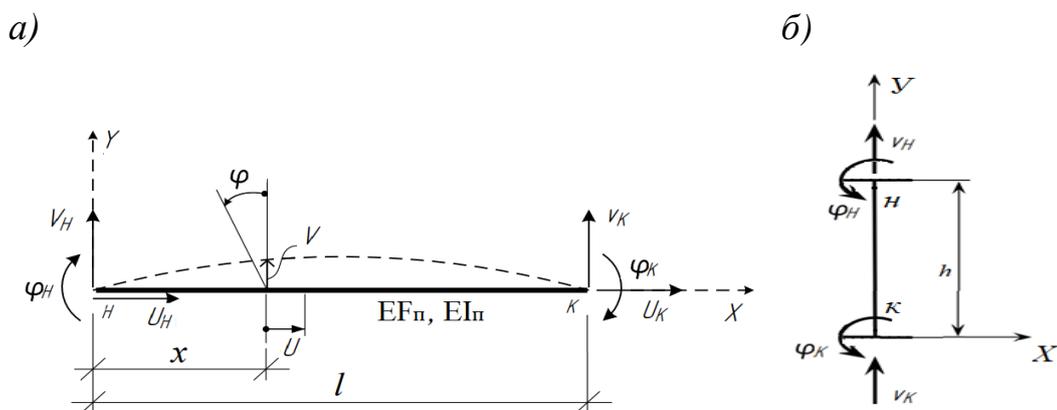


Рис. 6. Стержневые КЭ: а) тип I, б) тип II

Исходя из этого, произведя ряд соответствующих математических преобразований, получим матрицу жесткости нового вида для КЭ типа II плоского стержня опоры-стойки (рис. 6, а):

$$k_{II} = \begin{bmatrix} \frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 & -\frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EIc(z)}{l^3} & \frac{6EIc(z)}{l^2} & 0 & -\frac{12EFc(z)}{h^3} & \frac{6EIc(z)}{h^2} \\ 0 & \frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{4EIc(z)}{h} & 0 & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{2EIc(z)}{h} \\ -\frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 & \frac{EFc(z)}{h} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EIc(z)}{h^3} & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & 0 & \frac{12EIc(z)}{h^3} & -\frac{6EIc(z)}{h^2} \\ 0 & \frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{2EIc(z)}{h} & 0 & -\frac{6EIc(z)}{h^2} & \frac{4EIc(z)}{h} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Если под балками пролетных строений устанавливаются резиновые опорные части (РОЧ), то формула (6) может быть записана следующим образом:

$$\delta = y_r(z) = \frac{\bar{p}zL^3 \left(1 - \frac{2z^2}{L^2} + \frac{z^3}{L^3}\right)}{24EI_{гб}} + \frac{\bar{p}L}{2k_p} \quad (7)$$

Вертикальная жесткость резиновых опорных частей определяется по формуле:

$$k_p = \frac{AE_p}{\Delta} \quad (8)$$

В вышеупомянутых формулах: δ - прогиб (удельный прогиб), возникающий в результате воздействия равномерно распределенной нагрузки $\bar{p}=1$ т/м над главной балкой, установленной на двух опорах; L - длина главной балки; $I_{гб}$ - момент инерции сечения главной балки; f - угол поворота балки, образованный единичным крутящим моментом, распределенным по длине

балки, равным $\bar{m}=1$ тм/м (удельный угол поворота); G - модуль сдвига материала главной балки в (для практических расчетов принимается $G = 0.4E$); $I_{к,гб}$ - момент инерции сечения главной балки при кручении; h - длина (высота) опоры-стойки; F_c, I_c - поперечное сечение и момент инерции сечения опоры-стойки; k_p - вертикальная жесткость РОЧ; Δ, A, E_p - толщина, площадь горизонтального сечения и модуль упругости опорной части.

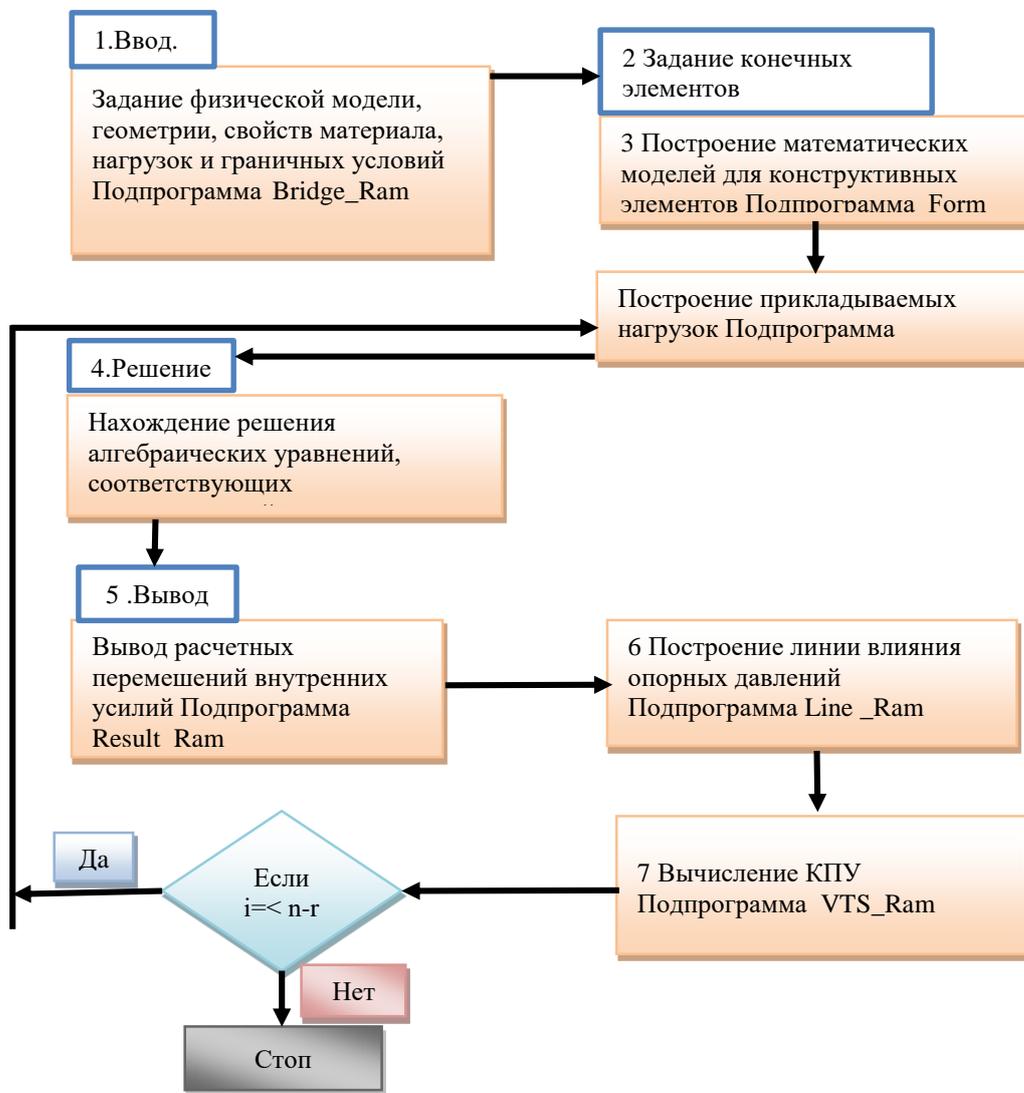


Рис. 7. Схема алгоритма решения задачи по определению линии влияния давления R_i стержневой системы и КПУ

На рис. 7 показан алгоритм решения задачи и определение линии влияния реактивного давления R_i для всех опор стоек стержневой системы.

Далее были решены модельные задачи, оценивающие надежность разработанного метода, где полученные результаты показали, что разработанный метод расчета с уверенностью может быть применен к решению реальных задач.

В третьей главе диссертации "Метод расчета пролетных строений с учетом изменения жесткости конструктивных элементов" показаны факторы, влияющие на изменение жесткости железобетонных пролетных

строений. Исходя из анализа выполненных работ, на сегодняшний день можно выделить повреждения на железобетонных балках и привести классификацию тех или иных повреждений с учетом их влияния на:

- снижение прочности бетона;
- уменьшение площади сечения, момента инерции и жесткости;
- снижение несущей способности.

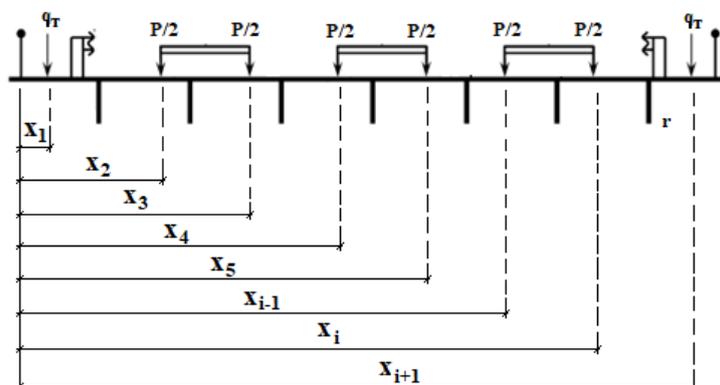
В настоящее время нет единого подхода к методу учета параметров жесткости элементов железобетонных востовых сооружений, как показывает практика, в процессе эксплуатации мостовых сооружений накапливаются дефекты в плитах проезжей части и ребрах балок.

В процессе строительства и эксплуатации железобетонного мостового сооружения на отдельных участках пролетных строений в железобетонных плитах проезжей части возникают сложные напряжения.

Необходимость решения задачи связана с тем, что балки пролетного строения и плиты проезжей части работают совместно как элементы общей пространственной системы, подвергающиеся деформациям в результате воздействия нагрузки от автомобильного транспорта.

Рассмотрим железобетонное пролетное строение с равным количеством ребристых балок r при нагрузке от транспортных средств и пешехода (рис. 8, а). Предположим, что существуют определенные дефекты и повреждения, отражающиеся в параметрах жесткости элементов пролетного строения, например, после нескольких лет эксплуатации жесткость балок на различных участках пролетного строения стала различной (рис. 8, б), то есть $B_1 \neq B_2 \neq \dots \neq B_j$, $D_1 \neq D_2 \neq \dots \neq D_r$. Здесь $B_j = (EI_{п})_j$ – жесткость отдельного участка плиты проезжей части; $D_r = (EI_{гб})_r$ – жесткость отдельного участка главной балки. В продольном направлении некоторые отдельные главные балки также могут иметь измененные параметры жесткости, такие как площадь поперечного сечения или модуль упругости (рис. 8, б).

а)



б)

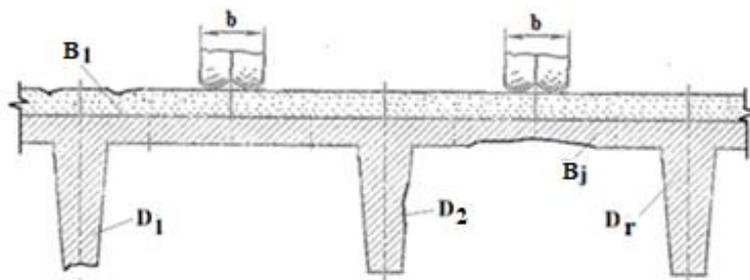


Рис. 8. Нагрузки по ширине пролетного строения: а) расчетная схема пролетного строения с транспортными средствами и пешеходами; б) возможные жесткости в элементах пролетного строения в результате дефектов и повреждений

Если при расчете и анализе стержневых систем ввести идею многослойности, то придется учитывать также механические свойства и форму расположения материалов в ней. Конструкция пролётного строения рассматривается как состоящая из n слоев с разной площадью поперечного сечения $F_1 \neq F_2 \neq \dots \neq F_n$, модулями упругости $E_1 \neq E_2 \neq \dots \neq E_n$ и моментами инерции $I_1 \neq I_2 \neq \dots \neq I_n$ (рис.9). Для выполнения вычислительных работ приводим многослой в один единый эквивалентный слой, т.е. эквивалентный слой имеет общую поверхность, общий модуль упругости и общий момент инерции.

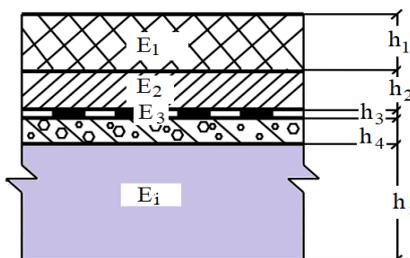


Рис.9. Вид рассматриваемого сечения покрытий проезжей части и плиты балок пролетного строения

В четвертой главе диссертации "**Применение разработанного метода к реальным мостовым сооружениям**" впервые исследовано деформирование сборно-монолитного пролетного строения длиной 42 м. Ширина путепровода принято по схеме "23,0+0,2+23,0 м," но состоит из двух отдельных полос. Каждая сторона пролетного строения состоит из предварительно напряженных железобетонных балок длиной 42,0 м и высотой 2,0 м, в количестве 10 шт, составленным по индивидуальным проектам и (рис. 10).

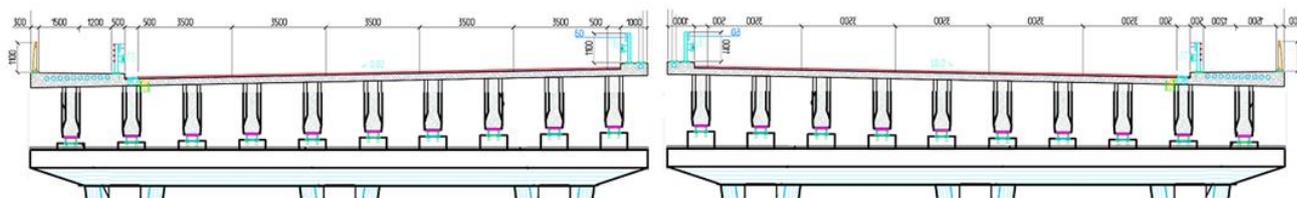


Рис. 10. Поперечное сечение пролётного строения длиной 42 м

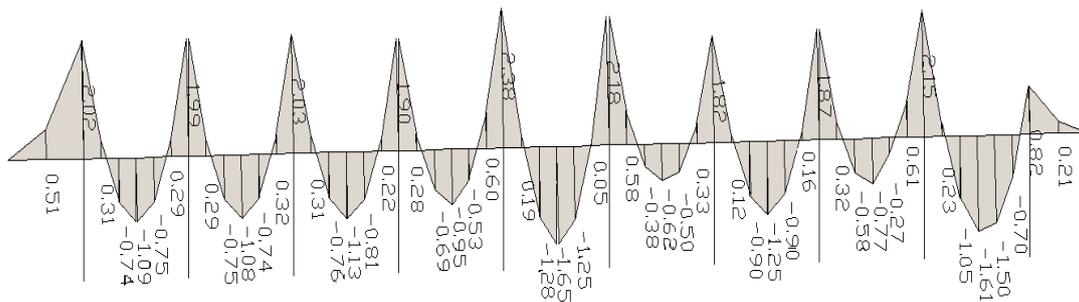


Рис. 14. Эпюра изгибающих моментов (тм) пролетного строения, нагруженного собственным весом (с весом покрытия проезжей части) от воздействия по схеме "А14+пешеход" и участия в общей работе плиты проезжей части с транспортной нагрузкой

В результате расчетов установлено наличие большого запаса в главных балках и даны рекомендации по снижению количества рабочих арматур в них.

Исходя из сделанных расчетов, экономическая эффективность составляет 10797380 сум за одно 42-метровое пролетное строение.

Далее проведен расчет прочности пролетного строения путепровода на автомобильной дороге М-34, в км ПК82+460 над железнодорожной линией "Ташкент-Самарканд" в Сырдарьинском районе, спроектированной на основании Постановления Кабинета Министров РУЗ No465 от 30 декабря (рис. 15). Схема путепровода 5x24 м, с пролетным строением общего габарита G=24.85 м (габарит существующего путепровода G=9,5 м, а нового G=10,5 м), с тротуарами 0,8 м и 0,75 м.

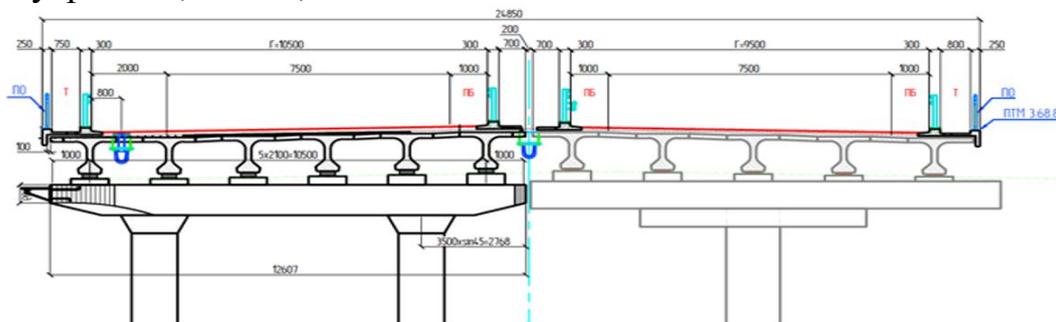


Рис. 15. Схема путепровода с пролетным строением длиной 24 м

Из анализа найденных результатов видно, что учет жесткости слоев покрытия проезжей части изменяет распределение влияния временных транспортных нагрузок на пролетное строение (рис. 16). По мере увеличения жесткости плиты пролетного строения значения ординат линии действия силы давления для средних балок и КПУ для нагрузки А14 значительно уменьшаются. Определены значения КПУ, рассчитанные с учетом и без учета жесткости покрытия проезжей части для каждой балки. Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что здесь обеспечивается несущая способность пролетного строения и учет жесткости покрытия проезжей части приводит к уменьшению значения изгибающего момента на балке с наибольшим усилием почти на 9% (рис. 17).

Для пропуска тяжеловесных и крупногабаритных нестандартных грузов по мосту на ПК640+200 км автодороги А-380 проводился осмотр в 15.05.2024 г. и где был решен вопрос определения грузоподъемности моста.

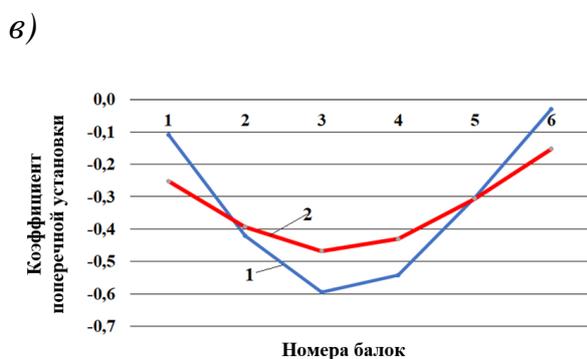
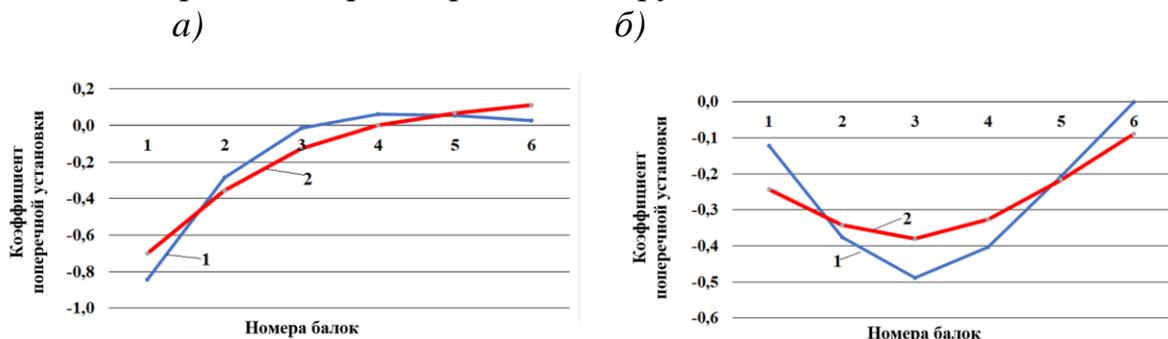


Рис. 16. Значения КПУ, рассчитанные по схеме нагрузки "А14+пешеход": а) пешеход; б) полоса от А14; в) тележка А14: 1-без учета жесткости слоев покрытия проезжей части; 2 - при учете жесткости слоев покрытия проезжей части

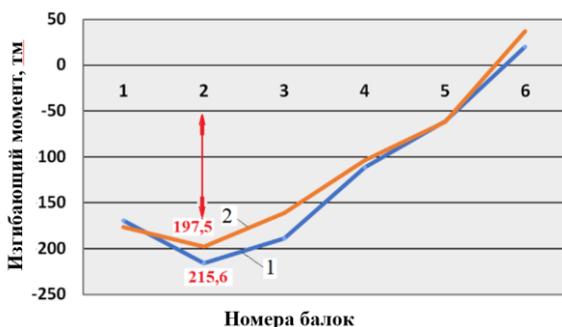


Рис. 17. Распределение наибольших изгибающих моментов в пролетном строении: 1 - без учета жесткости слоев проезжей части; 2 - при учете жесткости слоев проезжей части

Пролетное строение состоит из 8 балок с тавровым сечением, с обычной арматурой, длиной 15 метров. Расстояние между ребрами балок 170 см. Класс бетона пролетного строения - В25. Береговая опора моста - монолитный железобетон, установленный на 8 однорядных сваях, сечение свай 30x35 см, о глубине забитых свай нет сведений.

Было установлено, что в процессе эксплуатации защитные свойства гидроизоляции исчезли. Это можно увидеть в случае щелочной поверхности бетона в монолитных швах соединения балок пролетных строений. В средних частях балок пролетного строения, на ребрах имеются сколы бетона, вследствие уменьшения защитных слоев в монолитных швах видна поперечная арматура (рис. 18). Из анализа этих дефектов стало известно, что

жесткость каждой из 5 балок с расчетной длиной 14,4 м снизилась на 12% (рис. 19).



Рис. 18. Поврежденные в части плиты балок пролетного строения



Рис. 19. Загрузка пролётного строения и поврежденные части плит балок

В качестве временной транспортной нагрузки рассматривался сверхнормативный груз. При этом общий груз массой 527,5 т распределен по продольному направлению на оси трейлера с количеством 22 единиц и расстоянием 1,5 м. На рис. 20 приведены эпюры линии влияния давления внутренних усилий (реакций), возникающие от внешней ненормативной транспортной нагрузки с учетом распределения на каждую балку. Значения КПУ определяются по сумме ординат линии влияния давления внутренних усилий под колесами трейлера.

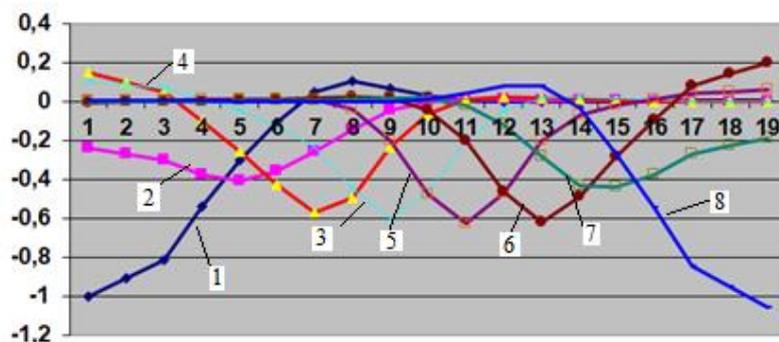


Рис. 20. Линия влияния давления внутренних усилий, построенные для каждой балки: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - количество балок

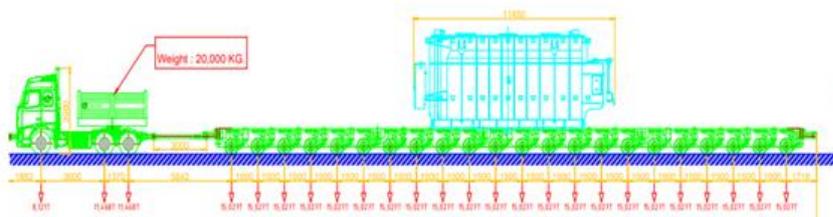
Значение максимального момента в балках пролетного строения, определенные из разработанного метода и программы расчета равен $M_{вр} =$

157,312 тм. При этом класс нагрузки (груза) от трейлера равен $K_9=23,98$. То его допустимое значение определяется из следующей формулы:

$$K_d = \left(\frac{M_{пр} - M_{пос}}{M_{вр}} \right) K_9 = \frac{140,9 - 69,23}{157,312} 23,98 = 10,93$$

Следовательно, несущая способность пролетного строения уменьшилась на $10,93t < 23,99t$, то есть в 2,19 раз. Мост не может нести груз. Поэтому на мосту необходимо провести ремонтные работы и рекомендуется конструктивно уменьшить нагрузку по осям трейлера (рис.21).

а)



б)

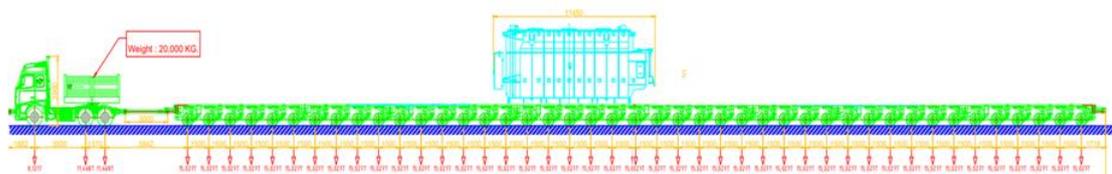


Рис. 21. Распределение негабаритного груза по осям трейлера: а) существующая схема, б) предлагаемая схема

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Созданы математическая модель, расчетная схема и метод расчета, где учитываются жесткостные характеристики элементов железобетонных пролетных строений, в том числе и распределение временных транспортных нагрузок в поперечном направлении;

2. Разработан метод определения доли вертикального давления от транспортной нагрузки на произвольную главную балку, приведены пути построения линии влияния давления и созданы алгоритмы и программа расчетного метода определения коэффициентов поперечной установки;

3. При построении линии влияния реактивной силы давления для главных балок железобетонных пролетных строений использована теория метода конечных элементов и создан новый стержневой конечный упругий элемент, представляющий изгибные и крутильные деформации главных балок;

4. Решены модельные задачи, где оценивается надежность разработанного метода и алгоритмов и полученные результаты показали, что они могут быть применены к реальным задачам по оценке грузоподъемности мостовых сооружений;

5. С помощью нетрадиционных подходов и передовых численных методов строительной механики выполнены работы по учету параметров и

коэффициентов распределения внешних нагрузок в железобетонных ребристых пролетных строениях, построены системы уравнений для определения внутренних сил и перемещений в элементах пролетного строения, разработаны алгоритмы автоматизированных вычислительных программ с использованием подпрограмм “Bridge_Ram, Form Ram, Formnag_Ram, Solve_Ram, Result_Ram, Line Ram”;

6. Проведены работы по решению задач, связанных с определением прочности и несущей способности новых и эксплуатируемых мостовых сооружений различных габаритов и размеров, также исходя из имеющихся дефектов вычислены распределительная способность пролетных строений воздействия временной нагрузки. Полученные результаты внедрены в практику проектирования с передачей конкретных расчетов и технических решений соответствующим проектным организациям.

7. С помощью предложенной математической модели и разработанного метода были выполнены расчеты железобетонных ребристых пролетных строений реальных мостов и путепроводов на автомобильных дорогах Республики Узбекистан на воздействия нормативных А14, НК-100 и сверхнормативных нагрузок, также проведены исследования по изучению уровня их прочности и несущей способности. По результатам проведенных расчетов для мостового сооружения с длиной пролетного строения 42 м, полученный экономический эффект составил 289,447,600 сум.

8. При деформации пролетных строений мостовых сооружений установлено, что обобщенные значения жесткости плиты пролетного строения и проезжей части мостового полотна существенно влияет на величину коэффициента поперечного распределения транспортной нагрузки. В результате расчетов определено, что при этом максимальный момент в пролетном строении уменьшается примерно на 9%.

9. Результаты решения задачи о пропуске ненормативной нагрузки по эксплуатируемому мосту с дефектами и повреждениями, показали уменьшения допустимого класса нагрузки в 2,19 раза относительно существующего. В связи с этим отмечена необходимость проведения ремонтных работ по усилению конструкций моста и предложена новая схема транспортного средства для уменьшения нагрузки на ось.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.15/31.08.2022.T.73.04 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

MENGLIEV ISMOIL ABDUNAZAR UGLI

**IMPROVEMENT OF METHODS FOR CALCULATING REINFORCED
CONCRETE RIBBED SUPERSTRUCTURES OF ROAD BRIDGE
STRUCTURES ON THE EFFECTS OF TRANSPORT LOADS**

**05.09.02 – “Geotechnics”
(Bridges, transport tunnels and subways)**

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

Tashkent – 2025

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2024.3.PhD/T4965.

The dissertation has been prepared at the Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation is posted languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tstu.uz) and the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:	Miralimov Mirzakhid Khamitovich doctor of technical sciences (DSc), docent
Official opponents:	Yuldashev Sharafitdin Sayfitdinovich doctor of technical sciences, professor Yuvmitov Anvar Sayfullayevich doctor of philosophy (PhD) in technical sciences, senior researcher
Leading organization:	Tashkent University of Architecture and Construction

The defense of the dissertation will take place on «06» march 2025 at 15⁰⁰ at the meeting of Scientific Council DSc.15/31.08.2022.T.73.04 at Tashkent state transport university (Address: 1, Temiryo‘lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan.

Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-5754, e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registration number № 224). (Address: 1, Temiryo‘lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66)

Abstract of the dissertation sent out on «25» february 2025 year
(Mailing report № 19 on «25» february 2025 year).

A.I. Adilkhodjayev
Chairman of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

U.Z. Shermukhamedov
Scientific secretary of the Scientific Council
for the awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

A.A. Ishankhodjayev
Chairman of the scientific seminar of the
Scientific Council for the awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The purpose of the study The task is to develop a refined calculation method that expresses the distribution patterns of traffic loads affecting the reinforced concrete ribbed span structures of bridges and overpasses on roadways.

Tasks of the research:

analysis of research works describing the deformation properties of reinforced concrete ribbed span structures of bridges and overpasses on roads under transport loads and taking into account the requirements of current design standards;

development of a mathematical model, calculation scheme and method taking into account the stiffness of the elements of reinforced concrete ribbed span structures and the distribution of the influence of temporary transport loads on them;

development of methods for constructing lines of action of internal forces arising under the action of transport loads applied to the main beams of the span structure using advanced numerical methods of mechanics;

the creation of a system of equations for determining internal forces and displacements in the elements of the span structure, the development of relatively simple and accurate computational algorithms and programs;

using the proposed mathematical model and the developed methodology, perform calculations of reinforced concrete-reinforced span structures of real bridges and overpasses on roads of the Republic of Uzbekistan under the influence of overloads of A14, NK-100 and non-standard loads, conduct research on their strength and bearing capacity.

The object of the study is bridge and overpass structures with reinforced concrete ribs and continuous span structures on automobile roads are considered.

The subject of the study The strength and load-bearing capacity of reinforced concrete bridge and overpass span structures on highways under normal and non-normal transport loads, as well as the main beam structures with ribbed systems.

The scientific novelty of the study is as follows:

a mathematical model has been developed for reinforced concrete ribbed span structures of bridges and overpasses on highways under the influence of various types of traffic loads, using the fundamental equations of modern structural mechanics.

to determine the coefficient that defines the distribution of traffic loads, the finite element method theory was applied, where the bending and torsional deformations of beams are expressed through a bar-type finite element.

a method for constructing the influence line of internal stress forces in main beams has been proposed based on the modeling of traffic load movements on span structures with varying stiffness.

the method for calculating the transverse distribution coefficient has been improved to reduce the pressure force from temporary loads, considering the stiffness of the slab and the structural layers of the pavement in reinforced concrete ribbed span structures.

Implementation of research results. Based on the results obtained in the research work on improving the methods of calculating reinforced concrete ribbed span structures of road bridge structures under the influence of transport loads:

The proposed calculation method has been applied to verify the strength of the reinforced concrete ribbed span structures of the overpass located at PK82+460 km of the M-34 highway, which crosses the "Tashkent-Samarkand" railway line in the Syrdarya district. It has been implemented at the "Ko‘prikqurilish" JSC organization (according to the information letter No. 4/9532 of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan dated October 9, 2024). As a result, the strength of the reinforced concrete ribbed span structures of the overpass has been increased by 9%.

The process of increasing the load-bearing capacity of the span structures of the overpass at PK82+460 km of the M-34 highway by ensuring the joint operation of the slab and the pavement structure has been put into practice at the "Ko‘prikqurilish" JSC organization (according to the information letter No. 4/9532 of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan dated October 9, 2024). As a result, the load-bearing capacity of bridge structures and their reserve strength have been effectively ensured at a sufficient level.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 112 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, part I)

1. Миралимов М.Х., Менглиев И.А., Қаршбоев А.И. Темирбетон тўсин конструкциялари ва температурали-узлуксиз оралиқ қурилмаларнинг шаклланиши // “Меъморчилик ва қурилиш муаммолари”, №1 СамДАҚУ, Самарқанд, 2024 йил, 114-118 б. (05.00.00; №14).

2. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Qarshboyev A.I. The vibration of reinforced concrete girders with taking into account of rheological properties of a material // Me'morchilik va qurilish muammolari, №1, SamDAQU, Samarqand, 2024 yil. – 343-346 b. (05.00.00; №14).

3. Миралимов М.Х., Менглиев И.А. Узунлиги 42 м йиғма-монолит оралиқ қурилмани деформацияланишини ҳисоблаш // «Научный журнал транспортныч средств и дорог» №3 Ташкент 2024. – 121-130 б. (05.00.00; №11).

4. Miralimov M.X., Mengliyev I.A. The head girder of the highway ribbed reinforced concrete intermediate device is modern Calculation of A14 and NK-100 temporary loads // International scientific journal “ENGINEER” Tashkent 2023 Issue 1, 140-52 b.((05.00.00; O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining 2024-yil 25-noyabrdagi 4-01/6827-son xati, OAK Rayosati qarori 30.11.2024 y., №364/5).).

5. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Qarshboyev A.I. Calculation of reinforced concrete structures under conditions of a flat stress state // International scientific journal “ENGINEER” Tashkent 2023 Issue 1, 53-58 b. (05.00.00; O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining 2024-yil 25-noyabrdagi 4-01/6827-son xati, OAK Rayosati qarori 30.11.2024 y., №364/5).

6. Qarshboyev A.I., Mengliyev I.A. The engineering decisions for mitigation of damages in landslide hazardous regions of uzbekistan // Science and innovation international scientific journal volume 1 issue 5 UIF-2022, 417-423 b. (№12 Index Copernicus, №43 Universal Impact Factor).

7. Менглиев И.А. Кўприк қатнов қисмига ҳисобий кучларнинг мумкин бўлган қийматларини тақсимланиши. // “Талқин ва тадқиқотлар” Республика илмий-услубий журнали №8 2022 йил, 62-66 б. (№12 Index Copernicus).

8. Mengliyev I.A. Avtoyo'l temirbeton ko'priknig qir qilgan qovurg'ali diafragmasiz to'sinli oraliq qurilmasini hisoblash // Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali UIF-2023: 8.2, № 24 , 298-308 b. (№12 Index Copernicus).

9. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Ospanov R.S., Qarshboyev A.I., Usmonov D.T. The deformation of railway track embankment with loess soil sections in the Republic of Uzbekistan // V International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering CONMECHYDRO 2023 AS December 2023. (№3 Scopus).

II bo'lim (II часть, part II)

10. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Normurodov Sh.U. Vaqtinchalik harakatlanuvchi yukdan ko'prikning oraliq qurilmasiga tushadigan bosimni aniqlash // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi № DGU 2686003.07.2023.

11. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Normurodov Sh.U. Armatura va betonning chiziqli bo'lmagan deformatsiyasini hisobga olgan holda temirbeton konstruktsiyalarni hisoblash // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi № DGU 26861 11.07.2023.

12. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Ospanov R.S., Normurodov Sh.U., Qarshboyev A.I. Egiluvchan to'sinli konstruktsiyalarni ikki o'lchovli chekli elementlar usulida hisoblash // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi № DGU 35641 24.03.2024.

13. Меглиев И.А., Миралимов М.Х. Анализ численных методов решения физически нелинейных задач для расчета железобетонных пролетных строений // "Uzacademia" илимий-услугий журналы, june 2022 part-1, 113-116 b.

14. Mengliyev I.A., Adylov K.A., Rozhkova E.V. Numerical Study of Two-Phase Flow in Centrifugal Dust Collectors // International journal on orange technology. Volume: 4 Issue: 6 |Jun 2022 107-109 b.

15. Miralimov M.X., Mengliyev I.A. Egiluvchan temirbeton oraliq qurilmalarni hisoblashga meyoriy yondoshish tomondan o'rganish // Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali vol 2, issue1 September 2022 Part - 1, 115-122 b.

16. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Qarshboyev A.I., Normurodov Sh.U. Numerical modelling of compression waves in heterogeneous media with energy dissipation at boundaries // V International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering CONMECHYDRO 2023 AS December 2023.

17. Miralimov M.X., Mengliyev I.A. Avtoyo'l temirbeton ko'prigining plitali uzlukli oraliq qurilmasini A14 va NK-100 vaqtinchalik yuklarga hisoblash // Xorijiy olimlari ishtirokidagi ilmiy-texnikaviy anjuman Transportda resurs tejankor texnologiyalar 2-3 dekabr 2022-yil, 313-319 b.

18. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Ospanov R.S. Modeling of dissipation of vibration energy in problems of structural dynamics // «IInd International Scientific Conference "Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations" (ISCMMSTIAI-2023) » will take place in Uzbekistan, Tashkent on 15 and 16th of March, 2023 2-11 b.

19. Mengliyev I.A. Ko'prik va yo'l o'tkazgichlar mexanikasi masalalarini yechishda zamonaviy usullar ishlatilishining holati // In an International Multidisciplinary Conference "5th Tech-Fest-22" Database, hosted online from Manchester, England 2022 yil, 90-95 b.

20. Miralimov M.X., Mengliyev I.A., Matkarimov A.X. The method of transfer of the pressure effect line of the intermediate device to the optional beam // "General engineering and mechanics" Collection «InterConf», № 203 Melbourne, Australia 6-8.06.2024, 336-345 b.

Avtoreferat «ToshDTU xabarları» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida
tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o'zaro muvofiqlashtirildi

Qog'oz bichimi 60x84-1/16. Rizograf bosma usuli Times garniturası
Shartli bosma tabog'i: 3 b.t. Adadi: 60 nusxa. Buyurtma № 45-24\2025
Nashrga ruxsat etildi: 24.02.2025 y.

Toshkent davlat transport universiteti bosmoxonasida chop etilgan.
Bosmoxona manzili: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lcilar ko'chasi, 1-uy.

