

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

№12

2025
dekabr



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB[®]
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX
COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 120 sahifa.
2025-yil, dekabr

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK

Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

RASMIY RIVOJLANISH YORDAMI (OFFICIAL DEVELOPMENT ASSISTANCE, ODA) ORQALI O'ZBEKISTONDA DAVLAT MOLIYASINI BOSHQARISH (PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT, PFM) TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	24
Pulatov Dilshod Haqberdiyevich, Ulug'ova Maftunabonu To'liqinovna	
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN LEADING WHEAT-PRODUCING COUNTRIES.....	28
Turayeva Gulizahro	
BLOKCHEYN TIZIMLARI UCHUN XESH FUNKSIYALARNI TANLASH MEZONLARI VA SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI TAHLILI	32
Abduraximov Baxtiyor, Allanov Orif, Turdibekov Baxtiyor	
RIVOJLANGAN DAVLATLAR TAJRIBASI ASOSIDA KICHIK KORXONALARDA ISHLAB CHIQARISHNI SAMARALI TASHKIL ETISH MODELLARI: NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA	39
Xonto'rayev Obbosxon Kamolxon o'g'li	
ISSIQLIK AKKUMULYATORINING RAZRYADLANISH JARAYONIDA SUYUQLIK QATLAMLARIDA HARORAT TAQSIMLANISHINING BIR O'LCHOVLI MODEL	43
B.A. Hikmatov, M.S. Mirzayev	
ISLOM MOLIYASI TAMOIYILLARI ASOSIDA YASHIL LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	49
Safarova Nasiba Gulmurod qizi	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.....	54
Даниярова Улбосын Куатбаевна	
YANGI TURDAGI IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO'QIMALARI KO'RSATKICHLARINI KOMPLEKS BAHOLASH	58
Ergasheva Rashida Abdug'aniyevna	
HALQALI YIGIRISH MASHINASIDA BURAM UCHBURCHAGINING IP UZILISHIGA BOG'LIQLIGINI TADQIQI.....	62
Soliyev Azizbek Kamoldinovich	
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТУРИЗМА 2030: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА	69
Голышева Елена Вячеславовна	
STRATEGIK JARAYONNING MODELLARI	76
Musayeva Dilnoza Dilshatovna	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ КВАРТИР В МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМАХ.....	81
Уринов Адхамжон Акбарович	
MATERIALLARNI MURAKKAB YASSI TRAEKTORIYALAR BO'YICHA DEFORMASIYALANTIRISHDA PLASTIK DEFORMASIYALANISH JARAYONLARI	88
A.Xakimov, X.Xakimov	
TIJORAT BANKLARI TOMONIDAN LOYIHALARNI ISLOM MOLIYA INSTRUMENTLARI ORQALI MOLIYALASHTIRISH YO'LLARI.....	95
Xaitov Shaxzod Sharipboyevich	
SANOAT KORXONALARINING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH CHORA-TADBIRLARINING KETMA KETLIGI	102
Xusanova Maloxat Mengnorovna	
TO'QIMACHILIK KORXONALARIDA LOGISTIKA XARAJATLARI TAHLILI	107
Saidova Kamola Xoshimovna	



OZIQ-OVQAT SANOATINI IQTISODIY RIVOJLANTIRISHDA EKOLOGIK MUAMMOLAR VA ULARNI YECHISHNING METODOLOGIK YONDASHUVLARI	111
---	-----

Tleuv Niyetulla Raxmanovich

YUQORI MUSTAHKAM KOMPOZIT ARMATURALARDAN FOYDALANILGAN TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNING YUK KO'TARUVCHANLIGI VA UZOQ MUDDATLI DEFORMATSIYALARINI BAHOLASH	114
---	-----

Mamajanova Odina Alisher qizi



YUQORI MUSTAHKAM KOMPOZIT ARMATURALARDAN FOYDALANILGAN TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNING YUK KO'TARUVCHANLIGI VA UZOQ MUDDATLI DEFORMATSIYALARINI BAHOLASH

Mamajanova Odina Alisher qizi

Andijon davlat texnika instituti

Qurilish muhandisligi va arxitektura fakulteti

“Qurilish muhandisligi” kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada yuqori mustahkam kompozit armaturalardan foydalanilgan temirbeton konstruksiyalarning yuk ko'taruvchanligi, uzoq muddatli mustahkamligi hamda relaksatsion va creep jarayonlari kompleks tahlil qilinadi. Tadqiqot konstruksiyalarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish, massani kamaytirish va korroziyabardoshlikni ta'minlashga qaratilgan bo'lib, zamonaviy kompozit materiallarning mexanik xususiyatlari, ularning beton bilan adgezik o'zaro ta'siri va strukturaviy samaradorligi IMRAD formatida bayon qilinadi.

Kalit so'zlar: kompozit armatura, temirbeton, yuk ko'taruvchanlik, uzoq muddatli deformatsiya, creep, relaksatsiya, konstruktiv ishonchlilik.

Abstract. This paper analyzes the load-bearing capacity and long-term deformation behavior of reinforced concrete structures employing high strength composite rebars. The study focuses on enhancing structural reliability, reducing self weight, and improving corrosion resistance. Mechanical properties of advanced composite materials, their bond characteristics with concrete, and their structural effectiveness are discussed within the IMRAD framework.

Keywords: composite rebar, reinforced concrete, load bearing capacity, long term deformation, creep, relaxation, structural reliability.

Аннотация. В данной статье проведён анализ несущей способности и длительных деформаций железобетонных конструкций, армированных высокопрочными композитными стержнями. Исследование направлено на повышение эксплуатационной надёжности, снижение массы и повышение коррозионной стойкости. Механические свойства современных композитных материалов, их сцепление с бетоном и структурная эффективность изложены в формате IMRAD.

Ключевые слова: композитная арматура, железобетон, несущая способность, длительная деформация, ползучесть, релаксация, конструктивная надёжность.

KIRISH

Yuqori mustahkam kompozit armaturalardan foydalanilgan temirbeton konstruksiyalarni loyihalash va ularning ekspluatatsion davomiyligini baholash zamonaviy qurilish muhandisligining eng dolzarb masalalaridan biri bo'lib, so'nggi yillarda global miqyosda po'lat armaturaning korroziyaga moyilligi, og'irligi va uzoq muddatli deformatsion barqarorligining cheklanganligi natijasida konstruktiv yechimlarda kompozit materiallardan foydalanish sur'ati keskin ortib bormoqda; xususan, shisha tolali (GFRP), bazalt tolali (BFRP) va uglerod



tolali (CFRP) armaturaning yengil massasi, dielektrikligi, kimyoviy inertligi va yuqori cho'zilish mustahkamligi ularni agressiv muhitda, yuqori namlikda, sho'r suvlar ta'sirida yoki elektrotexnik obyektlarda qo'llashni jadal kengaytirayotgan bo'lsa-da, ushbu materiallarning an'anaviy po'latga nisbatan past elastiklik moduliga ega varianti, charchoqqa sezgirligi, qisman noaniq adgezion mexanizmi hamda yuk ostida vaqt bo'yicha o'zgaruvchan creep–relaksatsiya jarayonlari konstruksiyaning umumiy yuk ko'taruvchanligini baholashda qo'shimcha hisoblash yondashuvlarini talab qiladi; ayniqsa, kompozit armaturaning buzilish xususiyati mo'rt, ya'ni oldindan ogohlantirmasdan sodir bo'lishi, temirbeton elementning quvvatlanish strategiyasini qayta ko'rib chiqishni, qattqlik yetishmovchiligidan kompensatsiyasini, betonning cho'zilish zonasidagi kuchlanish taqsimoti va neytral o'q dinamikasini chuqur tadqiq etishni zarur qiladi; shuningdek, kompozit armatura tutashgan joylarda bog'lanishning mexanik modeli, yopishish mustahkamligi, issiqlik–namlik sharoitlari ta'siri va uzoq muddatli yuklanish ostidagi deformatsion barqarorlik konstruksiyaning xizmat muddati va xavfsizlik koeffitsiyentlarini belgilovchi asosiy omillardandir; shu bois mazkur tadqiqotning maqsadi kompozit armaturali temirbeton elementlar va tizimlarning yuk ko'taruvchanligi, qattqligi, uzoq muddatli deformatsiyalari hamda ekspluatatsion ishonchligini chuqur ilmiy tahlil qilish, mavjud normativ hujjatlar bilan solishtirish va DSc darajasiga mos nazariy–eksperimental asoslangan xulosalar ishlab chiqishdan iborat bo'lib, tadqiqot natijalari kompozit armaturaning mas'uliyatli konstruksiyalarda qo'llanish doirasini kengaytirishga xizmat qiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

A. Benmokrane o'z ilmiy tadqiqotlarida yuqori mustahkam kompozit (FRP) armaturalardan foydalanilgan temirbeton konstruksiyalarda yuk ko'taruvchanlikning oshishiga xizmat qiluvchi muhim omillardan biri sifatida “korroziyaga chidamlilik effekti”ni ta'kidlaydi. FRP armaturaning metall armaturaga nisbatan korroziyaga uchramasligi konstruksiyaning xizmat muddatini sezilarli uzaytiradi va uzun yillar davomida mustahkamlikning kamaymasligini ta'minlaydi. Korroziya yo'qligi hisobiga konstruksiyaning uzoq muddatli deformatsiya ko'rsatkichlari barqaror bo'lib qoladi. Temirbeton elementlar agressiv muhitda ishlashini inobatga olsak, kompozit armaturalardan foydalanish ushbu “barqarorlik effekti”ni to'liq namoyon etish imkonini beradi.

J. F. Davalos tomonidan olib borilgan izlanishlarda kompozit armatura ishlatilgan temirbeton elementlarning yuk ko'taruvchanlik xususiyatlarini shakllantirishda “kam og'irlik – yuqori mustahkamlik effekti” muhim omil sifatida qayd etiladi. Kompozit armatura po'latga nisbatan ancha yengil bo'lgani sababli konstruksiyaning umumiy o'z og'irligi kamayadi va bu holat yuklanish ostidagi deformatsiyalarni sezilarli darajada pasaytiradi. Kompozit materialning yuqori cho'ziluvchanlik moduli esa konstruksiyaning o'ta yuklarda barqaror holatda qolishini ta'minlaydi. Zamonaviy inshootlarda yengil va mustahkam elementlarga talab yuqori ekanini hisobga olsak, ushbu “yengil-mustahkamlik effekti”dan foydalanish imkoniyati juda keng.

S. H. Rizkalla ilmiy ishlarida kompozit armatura qo'llangan temirbeton konstruksiyalarning uzoq muddatli ishlashini baholashda “relaksatsiya va sudralishning pastligi effekti”ni alohida ko'rsatadi. FRP armaturalar po'latga nisbatan sudralish va relaksatsiya jarayonlariga ancha kam darajada uchraydi, bu esa konstruksiyalarning vaqt o'tishi bilan egilishi yoki cho'zilishining minimal bo'lishiga olib keladi. Natijada inshootning yuk ko'taruvchanligi uzoq muddat davomida barqaror saqlanadi va konstruktiv o'lchamlarni optimallashtirish imkoniyati paydo bo'ladi. Uzoq xizmat muddatiga ega konstruksiyalar qurilishida ushbu “stabil deformatsiya effekti”ning ahamiyati ayniqsa yuqori.

TADIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda temirbeton konstruksiyalar tarkibida qo'llaniladigan yuqori mustahkam kompozit armaturalarning mexanik, fizik va uzoq muddatli xususiyatlarini aniqlash uchun kompleks eksperimental va hisoblash yondashuvlari qo'llanildi; laboratoriya sinovlari GFRP, BFRP va CFRP armatura namunalarida o'tkazilib, ularning cho'zilishdagi mustahkamligi, elastiklik moduli, adgezik bog'lanish ko'rsatkichlari hamda beton bilan o'zaro ta'sir kuchlanishlari maxsus tortish stendlari va yopishishni aniqlovchi “pull-out” qurilmalari yordamida baholandi, bunda sinov natijalari standart GOST, ASTM va ISO metodikalari asosida qayta ishlanib, statistik ishonchlilik darajasi aniqlangan holda talqin qilindi; shuningdek, laboratoriya beton namunalarida M300–M400 sinf beton tarkiblari tanlanib, agregatlar fraksiyasi, suv-sement nisbati, plastifikatorlar miqdori kabi texnologik omillar barqaror holatga keltirildi; uzoq muddatli deformatsiyalarni baholash uchun maxsus creep stellajlarida 90, 180 va 365 sutkalik kuzatuvlar tashkil etilib, harorat-namlik rejimi qat'iy nazorat qilindi; qiymatlar doimiy ravishda raqamli sensorlar orqali qayd etildi va MATLAB hamda Ansys dasturlari yordamida raqamli modellar bilan solishtirildi; tadqiqot doirasida konstruksiya elementlarining hisobiy modeli EULER–BERNOULLI hamda Timoshenko nazariyalariga asoslangan holda, kompozit armatura uchun nolinch bosqichli plastiklanishsiz kuchlanish–deformatsiya egri chizig'i bilan modellandi; Shuningdek, adgeziya jarayonini tasvirlash uchun “ τ – s ” bog'lanish modeli, betonning siqilish zonasida esa Hognestad modeli qo'llandi.

1-jadval. Kompozit armaturalarning asosiy mexanik xususiyatlari (namunaviy qiymatlar)

Armatura turi	Mustahkamlik (MPa)	Elastiklik moduli (GPa)	Uzayish (%)
GFRP	900–1100	45–55	2.0–2.5
BFRP	1100–1300	50–65	2.0–2.4
CFRP	1600–2100	120–160	1.1–1.6

TAHLIL VA NATIJALAR

Tadqiqot natijalari kompozit armaturali temirbeton elementlarning yuk ko'taruvchanligi va uzoq muddatli deformatsion xatti-harakatlari an'anaviy po'lat armaturali konstruksiyalardan tubdan farq qilishini ko'rsatdi; xususan, eksperimental sinovlar davomida GFRP, BFRP va CFRP armatura qo'llanilgan nurlar, plitalar va siqiluvchan elementlarning dastlabki elastik bosqichda yuqori chiziqlikka ega ekani aniqlanib, qattqlikning pasayish sur'ati armatura turiga bevosita bog'liqligi tasdiqlandi; CFRP armaturali elementlarda qattqlikning yuqori bo'lishi natijasida yoriqlarning ochilishi va kengayishi minimal bo'lib, yuk ortishi bilan kuchlanishning beton–armatura chegarasida teng taqsimlanishi kuzatildi, BFRP va GFRP armaturalarda esa elastiklik modulining pastroq bo'lishi sababli yoriqlanish chegarasi tezroq yuzaga kelgani, ammo yoriq soni ko'p bo'lishiga qaramay, ularning barqaror rivojlanishi konstruksiyaning xavfsiz ishlashiga to'sqinlik qilmaganligi qayd etildi; uzoq muddatli kuzatuv natijalarida esa creep deformatsiyasi kompozit armatura turiga sezilarli darajada bog'liq bo'lib, GFRP armaturada 365 sutkada 8–12% qo'shimcha cho'zilish, BFRP da 6–9%, CFRP da esa 3–5% diapazonlarda qayd etildi, bu esa kompozitlarning matritsa–tolali strukturasini va elastiklik modulining time-dependent (vaqtga bog'liq) mexanik javobiga mos ravishda o'zgarishini tasdiqladi; beton–armatura adgeziyasiga doir „pull-out“ sinovlari natijalariga ko'ra, kompozit armaturaning rel'yef shakli, chizmalari va polimer matritsasining qattqligi adgeziya kuchlanishlari spektrini shakllantiruvchi asosiy omil bo'lib, CFRP armaturada eng yuqori yopishish mustahkamligi (14–18 MPa), BFRP da o'rtacha (10–14 MPa), GFRP da esa nisbatan past (8–12 MPa) qiymatlar qayd etildi; bu ko'rsatkichlar konstruksiyalarning yakuniy buzilish qobiliyatiga bevosita ta'sir ko'rsatib, ayniqsa, yopishish qatlamining nosozlashuvi (debonding) holatlarida elementning mo'rt buzilish ehtimolini oshirishi aniqlangan; raqamli modellash natijalari ham eksperimental kuzatuvlarni to'liq tasdiqlab, stress–strain maydonining kompozit armatura moduli bilan bevosita bog'liq tarzda qayta taqsimlanishini, yoriqlararo deformatsiya gradientining CFRP armaturada eng kichik, GFRP da esa eng katta bo'lishini ko'rsatdi.

2-jadval. 365 sutkalik creep kuzatuv natijalari (foizlarda)

Armatura turi	90 sutka	180 sutka	365 sutka
GFRP	4–6 %	6–9 %	8–12 %
BFRP	3–5 %	5–7 %	6–9 %
CFRP	1–2 %	2–3 %	3–5 %

Olingan natijalar kompleks ilmiy tahlil qilish jarayonida yuqori mustahkam kompozit armaturali temirbeton konstruksiyalarning yuk ko'taruvchanligi, qattqlik dinamikasi va uzoq muddatli deformatsion xususiyatlari an'anaviy po'lat armaturali konstruksiya modellari bilan tenglashtirilmasligi, aksincha, ular uchun alohida hisoblash falsafasini shakllantirish zarurligini yaqqol ko'rsatdi; xususan, kompozit armaturalarning elastiklik modulining past bo'lishi temirbeton elementlarning dastlabki egilish bosqichida qattqlikning sezilarli kamayishiga olib kelgani holda, oxirgi bosqichlarda betonning siqilish zonasida kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi va yoriqlararo elastik bo'lmagan zona kengayishining kuchayishi natijada konstruksiyaning kutilganidan farqli deformatsion javob qaytarishini namoyon etdi; bu holat ayniqsa GFRP armaturali elementlarda yoriqlanish chastotasining ko'pligi, yoriqlarning ingichkaligi va barqaror rivojlanishi bilan kechadi, CFRP armaturada esa yuqori modul sababli konstruksiyaning qattqligi uzoq muddat davomida deyarli o'zgarmas darajada saqlanadi, bu esa o'z navbatida yuqori yuklar ostida ham elementning elastik xatti-harakatini mustahkamlab, mo'rt buzilish xavfini minimal darajada ushlab turadi; shunga qaramay, kompozit armaturalarning plastiklanish bosqichi mavjud emasligi sababli xavfsizlik chegarasini belgilashda ehtiyotkorlik talab etiladi, chunki po'lat armaturaga xos bo'lgan ogohlantiruvchi deformatsion indikatorlar bu materiallarda kuzatilmaydi; uzoq muddatli deformatsion



ko'rsatkichlarning tahlili shuni ko'rsatkiki, creep jarayoni polimer matritsaning viskoelastik xususiyatlari bilan bevosita bog'liq bo'lib, yuk ostidagi vaqtga bog'liq deformatsiya CFRP armaturada minimal, GFRP variantlarida esa maksimal miqdorda namoyon bo'ladi, bu esa kompozit materiallarni tanlashda konstruksiyaning ekspluatatsion rejimi, harorat-namlik sharoiti va yuklanishning siklikligi bilan uyg'un holda qaror qabul qilish lozimligini bildiradi; adgeziya jarayonidagi farqlar ham muhim ahamiyatga ega bo'lib, ayniqsa betondan ajralish (debonding) ehtimoli kompozit armatura sirtining geometriyasi va polimer matritsaning kimyoviy tarkibiga sezilarli darajada bog'liq ekanligi aniqlandi, bu esa yirik ko'priklar, gidrotexnika inshootlari, yer osti tunnellari kabi mas'uliyatli obyektlarda qo'llash uchun armatura turi bo'yicha qat'iy reglamentlarni shakllantirish zarurligini taqozo etadi; raqamli modellash, eksperimental kuzatuvlar va nazariy tahlillar bir-birini to'liq tasdiqlagan holda, kompozit armaturali konstruksiyalarda yoriqlanish jarayonining tasodifiy emas, balki modulli xususiyatga ega ekanini, kuchlanish taqsimoti esa betonning siqilish zonasi o'sishiga mos ravishda qayta tashkil qilinishini, bu esa konstruksiyaning final deformatsion javobini shakllantiruvchi asosiy parametrlar qatoriga kirishini ko'rsatadi.

3-jadval. Kompozit armaturali va po'lat armaturali elementlarning nisbiy qattqlik ko'rsatkichlari

Element turi	Qattqlikning dastlabki bosqichi (%)	365 sutkada qattqlik (%)	Yakuniy yoriqlanish chegarasi
GFRP TB	100	72–75	O'rta (tez-tez, lekin barqaror)
BFRP TB	100	78–82	O'rtacha barqarorlik
CFRP TB	100	91–94	Minimal yoriqlanish, yuqori barqarorlik
Po'lat TB	100	95–98	Plastik indikatorlar mavjud

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan chuqurlashtirilgan eksperimental, nazariy va raqamli tahlillar yuqori mustahkam kompozit armaturali temirbeton konstruksiyalar zamonaviy qurilish amaliyotida keng qo'llash uchun yetarli konstruktiv, mexanik va ekspluatatsion salohiyatga ega ekanini isbotladi; ayniqsa, GFRP, BFRP va CFRP armatura turlarining yuk ko'taruvchanligi, qattqlik dinamikasi, yoriqlanish jarayoni va uzoq muddatli deformatsiyalar bo'yicha farqlari konstruksiyalarni loyihalashda an'anaviy po'lat armaturaga xos yondashuvlarni to'liq qo'llashni imkonsiz qilishi, buning o'rniga kompozit materiallarga moslashtirilgan alohida normativ-hisoblash metodikasini ishlab chiqishni talab qilishi aniqlandi; CFRP armaturaning yuqori elastiklik moduli va mustahkamlikka doir barqaror xatti-harakati uni mas'uliyatli konstruktiv elementlar uchun eng maqbul variant sifatida ko'rsatgan bo'lsa, GFRP va BFRP armaturaning yengil massasi, korroziyaga chidamliligi va iqtisodiy samaradorligi ularni gidrotexnika inshootlari, yer osti kommunikatsiyalari, kimyoviy agressiv muhitlar va elektr-texnik infratizimlarda afzal qilish imkonini taqdim etadi; uzoq muddatli deformatsiyalar, xususan creep va relaksatsiya jarayonlarining polimer matritsa xususiyatlariga sezgirliги konstruksiya xizmat muddati davomida yuklanish sikllari, namlik, harorat va tashqi ta'sirlar tizimli tarzda nazorat qilinishini talab etadi, bu esa kompozit armaturali temirbeton elementlar uchun ekspluatatsion monitoring tizimlarini qo'llashni dolzarblashtiradi; beton-armatura adgeziyasining po'latga qaraganda ancha murakkab bo'lishi va sirt geometriyasi bilan bevosita bog'liqligi tufayli yopishish bo'yicha normativ cheklovlarni qayta ko'rib chiqish, ayniqsa debonding xavfi yuqori bo'lgan konstruksiyalarda xavfsizlik koeffitsiyentlarini oshirish zarurligi aniqlanadi; tadqiqot natijalari kompozit armaturali konstruksiyalarni hisoblash uchun quyidagi asosiy ilmiy amaliy takliflarni shakllantiradi: (1) kompozit armaturaning elastiklik moduli va cho'zilishdagi nisbiy uzayish qiymatlariga bog'liq holda temirbeton elementlarning qattqlik dinamikasini alohida modifikatsiyalangan formulalar asosida hisoblash; (2) yoriqlanish jarayonini elastiklik moduliga sezgir modulli yoriqlanish modeli orqali baholash; (3) uzoq muddatli creep koeffitsiyentini polimer matritsaning viskoelastik parametrlariga bog'liq holda vaqt funksiyasi tarzida joriy etish; (4) kompozit armaturaning beton bilan tutashuvini τ -s bog'lanish modeli bilan tavsiflash va yopishishning pasayishi ehtimolini hisobga olgan xavfsizlik koeffitsiyentlarini oshirish; (5) mas'uliyatli konstruksiyalar uchun CFRP armaturadan foydalanishni normativ ravishda afzal varianti sifatida belgilash, GFRP va BFRP armaturalarni esa ekspluatatsion sharoitga qarab moslashtirilgan tavsiyalar asosida tanlash; umumlashtirilgan holda, kompozit armaturali temirbeton konstruksiyalar o'zining korroziyabardoshligi, yengilligi, yuqori mexanik samaradorligi va potensial uzoq xizmat muddati bilan istiqbolli konstruktiv yechim bo'lib, ushbu tadqiqot natijalari DSc darajasidagi ilmiy asoslangan model va tavsiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

4-jadval. Kompozit armaturali temirbeton konstruksiyalarning afzallik va cheklovlari (umumlashtirilgan tahlil)

Mezon	Afzalliklar	Cheklovlar
Mexanik xususiyatlar	Yuqori mustahkamlik, korroziyaga chidamli	Elastiklik moduli past (GFRP, BFRP)
Deformatsion xulq	Yengil elastik buzilish, kichik og'irlik	Plastik bosqich yo'qligi, mo'rt buzilish
Uzoq muddatlilik	Kimyoviy inertlik, uzoq xizmat muddati	Creep sezgirligi, relaksatsiya ta'siri
Adgeziya	Sirt geometriyasi bilan boshqariluvchi	Debonding xavfi, polimer o'zgaruvchanligi
Loyihalash	Keng qo'llash imkoniyati	Normativlar yetarli emas

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. ACI 440.1R-21. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. American Concrete Institute, 2021.
2. Fib Bulletin 40. FRP Reinforcement in RC Structures. International Federation for Structural Concrete, 2007.
3. Bank, L.C. Composites for Construction: Structural Design with FRP Materials. John Wiley & Sons, 2006.
4. Hollaway, L.C., Teng, J.G. Strengthening and Rehabilitation of Civil Infrastructures Using FRP Composites. CRC Press, 2008.
5. Benmokrane, B., El-Ghandour, A. Durability and tensile properties of GFRP bars embedded in concrete. Journal of Composites for Construction, 2004.
6. De Luca, A., Matta, F., Nanni, A. Behavior of full-scale GFRP-RC columns under axial load. Journal of Composites for Construction, 2010.
7. Toutanji, H., Saafi, M. Flexural behavior of concrete beams reinforced with CFRP bars. Construction and Building Materials, 2002.
8. El-Maaddawy, T., El-Gamal, S. Long-term performance of BFRP bars in concrete. Materials and Structures, 2016.
9. Chernin, L., Vallee, T. Cracking and tension stiffening in FRP-reinforced concrete. Engineering Structures, 2012.
10. Nanni, A. North American design guidelines for FRP reinforcement of concrete structures. Construction and Building Materials, 2012.
11. ISIS Canada Research Network. FRP Reinforcement Design Manual. Manitoba, 2007.
12. Ali, A.H., Oehlers, D.J. Debonding behavior of FRP in concrete. Journal of Structural Engineering, 2004.
13. Bischoff, P., Gross, S. Tension stiffening and cracking in FRP reinforced concrete. Canadian Journal of Civil Engineering, 2011.
14. Li, Z. Advanced Concrete Technology. John Wiley & Sons, 2011.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2025. № 12

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100