

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 3

SEPTEMBER, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Stress-strain state characteristics of closed reinforced concrete frames considering infill wall effects

N.P. Sanaeva¹ 

¹Samarkand State Technical University named after Mirzo Ulugbek, Samarkand, Uzbekistan

Abstract: The article presents the results of theoretical and experimental investigations into the stress-strain state of single-bay reinforced concrete closed frames, both without infill and with infill, under the combined action of vertical and horizontal loads. The test specimens comprised two series: the first series of closed frames remained unfilled, whereas the interior space of the second series of closed frames was densely infilled with aerated concrete blocks, without gaps, extending up to the columns. The unfilled reinforced concrete closed frame was analyzed using the force method as a thrice statically indeterminate system. In the infilled reinforced concrete closed frame, the infill wall was replaced with an equivalent diagonal strut using the Mainstone model, accounting for the combined parallel interaction of the frame and the infill (dual system). The specimens were tested under the combined action of vertical and horizontal loads. The data obtained from the experimental testing and theoretical calculations were compared and subjected to comparative analysis.

Keywords: reinforced concrete closed frame, infill wall, aerated concrete block, diagonal strut, combined loading, load-bearing capacity, crack resistance

To'ldirma ta'sirini hisobga olgan holda yopiq temirbeton ramalarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holati xususiyatlari

Sanayeva N.P.¹ 

¹Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat texnika universiteti, Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta'sirida bo'lgan bir ravoqli to'ldirmasiz va to'ldirmali temirbeton yopiq ramalarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatlarini o'rganish bo'yicha nazariy va eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Sinov namunalari ikkita seriyadan iborat bo'lib, birinchi seriyadagi yopiq ramaning ichi to'ldirilmagan, ikkinchi seriyadagi yopiq ramaning ichi esa gazoblok bilan ustunlarga zich (tirqishsiz) holda to'ldirilgan. Ichi to'ldirilmagan temirbeton yopiq rama siljishlar usuli asosida uch marta statik noaniq tizim sifatida tahlil qilingan. Ichi to'ldirilgan temirbeton yopiq ramadagi to'ldirma ekvivalent diagonal tirkak modeli (Mainstone modeli) bilan almashtirilib, rama va to'ldiruvchining parallel (dual system) ishlashi hisobga olingan. Namunalar vertikal va gorizontal yuklarning birgalikda ta'siriga sinaldi. Sinov va nazariy hisob-kitob bo'yicha olingan natijalar qiyosiy taqqoslangan.

Kalit so'zlar: temirbeton yopiq rama, to'ldirma, devor, gazoblok, diagonal tirkak, kombinatsiyalashgan yuklanish, yuk ko'tarish qobiliyati, darzbardoshlilik

1. Kirish

Zamonaviy qurilishda ramali tizimdan iborat temirbeton sinchli turar-joy, jamoat va sanoat binolari eng keng tarqalgan konstruktiv yechimlardan biri hisoblanadi. An'anaga ko'ra, bunday tizimlarni loyihalashda rama ustunlari oralari to'siq sifatida turli xildagi materiallar (g'isht, gazobeton yoki yengil beton bloklar) bilan to'ldiriladi. To'ldirmalar sinchning ishlashiga jalb qilinishi yoki jalb qilinmasligi mumkin. Birinchi holatda to'ldirmalarning ta'siri ramani hisoblashda e'tiborga olinadi. Ikkinchi holatda esa to'ldirmalar rama rigellariga tasir qiladigan doimiy yuk sifatida e'tiborga olinadi.

Tashqi yuklar ta'siridan ichi to'ldirilgan ramaning kuchlanish-deformatsiyalanish holati ichi to'ldirilmagan ramadan keskin farq qiladi. To'ldirma materialining mustahkamligi va undan bajarilgan terim bikirligi tashki yuklar (vertikal va gorizontal) ta'sirida bo'lgan ramaning bikirligini bir- necha marta oshiradi va gorizontal ko'chishini kamaydiradi [1].

Adabiyotlar tahlili

Kim va Yu (2021) tomonidan o'tkazilgan eksperimental tadqiqotda ichi to'ldirilgan to'rtta va ichi to'ldirilmagan bitta temirbeton yopiq rama namunalari sinalgan. Miqdori o'zgarmagan doimiy vertikal yuk ta'siri ostida bo'lgan yopiq rama miqdori oshib boruvchi, yo'nalishi o'zgargan

 <https://orcid.org/0009-0008-0045-9811>



gorizontal yuklar ta'siriga sinalgan. Tadqiqotda yuqori rigel bilan to'ldirma orasidagi chok 30 mm tashkil qilgan. Bunday konstruksiyadagi yopiq ramaning seysmik ta'sirlarga qarshiligi o'rganilgan [2]. Sinov natijalari bo'yicha tirqish mavjud bo'lgan namunalarda tirqishsiz namunaga nisbatan mustahkamlik 75–80% ga, bikirlik esa 55–70% ga kamaygani aniqlangan.

Springer nashrida (2025) e'lon qilingan tadqiqotda to'ldirmali temirbeton ramalarning nohiziqli ishlashi, plastik sharnirning hosil bo'lishi to'ldirmaga ekvivalent bo'lgan siqiluvchi diagonal tirgak modeli asosida tahlil qilingan. Hisoblash jarayonida ustunlarga ta'sir qilgan doimiy vertikal yuk miqdori 40 kN teng qabul qilingan, konstruksiyaning gorizontal yuk ta'sirlariga qarshiligi esa nohiziqli statik tahlil usuli bilan o'rganilgan. Tadqiqot natijalari to'ldirmaning temirbeton sinch bilan birgalikda ishlab, uning gorizontal bikirligini va yuk ko'tarish qobiliyatini sezilarli darajada oshirganligi keltirilgan. To'ldirma siqiluvchi diagonal tirgak vazifasini bajarib, gorizontal kuchlarning bir qismini qabul qiladi va rama ustunlari hamda rigellari o'rtasida ichki kuchlarni qayta taqsimlaydi. Tadqiqot mualliflari temirbeton sinchlarning seysmik mustahkamligini baholashda to'ldirmali ta'siri, vertikal yuklarning mavjudligi va «sinch-to'ldirma» tizimining o'zaro ta'sirini kompleks ravishda hisobga olish muhim ahamiyat kasb etishini qayd etganlar [3].

D. Sen va hammualliflar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda [1] to'ldirmasiz va to'ldirmali temirbeton yopiq rama hamda ferrosement bilan kuchaytirilgan to'ldirmali sinchlarning kvazistatik siklik yuklar ostidagi ishlashi eksperimental jihatdan tadqiq qilingan. Sinov jarayonida doimiy vertikal yuk ta'sirida bo'lgan namunalarga bosqichma-bosqich oshirilib boriluvchi siklik gorizontal yuklar ta'sir qilgan. Natijalarga ko'ra, to'ldirma temirbeton sinchning gorizontal bikirligi, yuk ko'tarish qobiliyati va energiya yutish xususiyatini sezilarli darajada oshirgan. Ferrosement bilan kuchaytirilgan to'ldirma esa mazkur ko'rsatkichlarni yanada yaxshilab, konstruksiyaning zilzilabardoshiligidini oshirgan. Shu bilan birga, to'ldirma sinch tarkibida siqiluvchi diagonal tirgak sifatida ishlab, gorizontal yuklarning ma'lum qismini qabul qilishi hamda rama elementlaridagi (ustun, rigel) ichki kuchlarni qayta taqsimlashi aniqlangan. Mualliflar to'ldirmaning sinch bilan o'zaro ta'sirini hisobga olish zarurligini ta'kidlaganlar.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi bir xil geometrik parametriga va material xarakteristikalariga ega ikki xil seriyadagi rama namunasi (to'liqsiz va zich to'ldirilgan) ustida o'tkazilgan nazariy hisob va laboratoriya tajribasi natijalarini qiyosiy tahlil qilinishi va to'ldirmaning mustahkamligi va darzbardoshiligi aniqlanganligi bilan belgilanadi.

QMQ 2.01.03-19 "Zilzilaviy hududlarda qurilish" me'yoriy hujjatining 3.2.5-bandida ko'p qavatli binolar sinchlarini hisoblashda to'ldirmalarning ta'sirini hisobga olish zarurligi umumiy tarzda ko'rsatilgan. Biroq bu ta'sirni aniq qanday hisoblash bo'yicha batafsil tavsiyalar keltirilmagan [4]. So'nggi o'n yilliklardagi xalqaro tajribaviy tadqiqotlar to'ldirmali rama tizimining yuk ko'tarish qobiliyati va bikirligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi e'tirof etilgan.

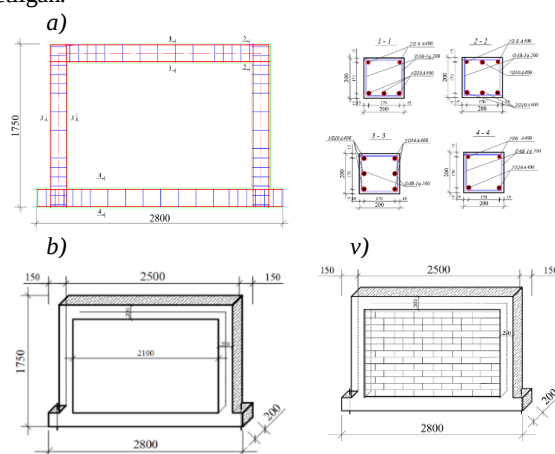
2. Tadqiqot metodologiyasi

Ichki to'ldirilgan va gazobloklar bilan to'ldirilgan bir oraliqli temirbeton ramalarning vertikal va gorizontal

yuklarning birgalikdagi ta'siridagi kuchlanish va deformatsiyalanishi holatlari eksperimental va nazariy tadqiq etildi.

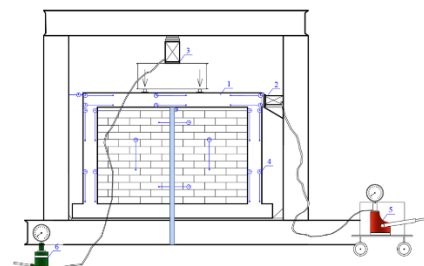
Eksperimental tadqiqotlar uchun tayyorlangan rama namunalari va elementlarining o'lchamlari 1, (a-b) – rasmda keltirilgan. Rama elementlari siqilishdagi mustahkamligi bo'yicha sinfi B25 bo'lgan betondan tayyorlanib A400 sinfli armaturalar bilan jihozlanganligi 1, (a)-rasmda keltirilgan. Bo'ylama va ko'ndalang armaturalarning oquvchanlik chegarasi hamda betonning siqilishdagi mustahkamligi GOST talablari asosida aniqlandi [5].

Yopiq temirbeton ramaning ichini to'ldirish uchun D500 markali, B2,0 sinfli 300×150×100 mm o'lchamdagi avtoklavsiz gazoblok ishlatildi 1,(s)-rasm. Avtoklavsiz gazoblokdan bajarilgan terim (devor) qalinligi 150 mm. Terim ramaga zich (tirqishsiz) holda yelim yordamida bajarildi. GOST 25485 tasnifiga muvofiq B2,0 sinfli gazoblokning siqilishdagi kafolatlangan me'yoriy mustahkamligi 2,0 MPa tashkil qildi [6]; To'ldirma temirbeton sinch mustahkamlikka erishganidan keyin barpo etilgan.



1-rasm. Namunalarning konstruktiv sxemasi
a-sinov namunasining geometrik o'lchamlari
(mm), b-to'ldirmasiz yopiq temirbeton rama, v-
to'ldirmali yopiq temirbeton rama

Tayyorlangan namunalar 28 sutkadan keyin statik yuklar ta'siriga sinaldi. Vertikal yo'nalishda yuklar 25 tonnalik, gorizontal yo'nalishda esa 5 tonnalik gidravlik domkratlar yordamida berildi. Siljish, salqilik va deformatsiyalar aniqligi 0,01 bo'lgan soat tipidagi indikator yordamida o'lchandi.



2-rasm. Sinov stendining sxematik ko'rinishi:
1 – yopiq temirbeton rama; 2 – quvvati 5 t domkrat; 3 –
quvvati 25 t domkrat; 4 –soat tipidagi indikatorlar; 5 va 6
– gidravlik nasos stansiyalari



3. Natijalar va muhokamalar

Ichi to'ldirilgan va to'ldirilgan yopiq temirbeton ramaning yuk ko'tarish qobiliyatiga vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta'sirini aniqlash uchun rama namunalari maxsus tayyorlangan standda sinaldi (2-rasmga qarang).

Sinovning dastlabki bosqichlarida vertikal yukning $P_{crc,eks} = 6,25$ kN, gorizontal yukning $Q_{crc,eks} = 3,4$ kN qiymatlarida ichi to'ldirilgan rama elementlarining siqilgan zonalaridagi betonlar va cho'zilgan zonalariga armaturalar elastik holatda ishlaganli sababli rama elementlarining cho'zilgan zonalarida darzlar kuzatilmadi.

Tashqi yuklarning, mos ravishda $P_{crc,eks} = 9$ kN va $Q_{crc,eks} = 4,5$ kN qiymatlarida rama rigelining cho'zilgan zonalarida birinchi darzlar hosil bo'ldi. Vertikal va gorizontal yuklar qiymatlarining oshishi bilan darzlar rivojlana borib, rigel bo'ylab hamda rigel-ustun tutashgan tugunlar atrofida paydo bo'ldi. Yuk qiymatining yanada oshishi natijasida ustunlarda ham darzlar paydo bo'lib, konstruksiyaning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holati noxiziqli bosqichga o'tdi. Darzlarning asosiy qismi rigel tayanchlarining yuqori va ravog'ining pastki cho'ziluvchi zonalarida, shuningdek rigel-ustun tugunlarida hosil bo'lganligi kuzatildi. Sinov oxirigacha ramaning yuk ko'tarish qobiliyati saqlanib qolindi va buzilish holati qayd etilmadi.

Tashqi yuklarning $P_{u,eks} = 44,5$ kN va $Q_{u,eks} = 22$ kN qiymatlari rama namunasi buzilish holatiga keldi. Ramaning buzilish holatidagi ko'rinishi 3, (a)-rasmga keltirilgan.

Tajriba natijalari to'ldirmali yopiq temirbeton ramada tashqi yuklar ta'siridan hosil bo'lgan kuchlanishlar rama va to'ldirma o'rtasida qayta taqsimlangan holda qabul qilinib, ularning yagona konstruktiv tizim sifatida birgalikda ishlaganligini ko'rsatdi. Sinovning dastlabki bosqichlarida vertikal yukning $P_{crc,eks} = 14,3$ kN, gorizontal yukning $Q_{crc,eks} = 6,8$ kN qiymatlarida ichi to'ldirilgan rama elementlarining siqilgan zonalaridagi betonlar va cho'zilgan zonalariga armaturalar elastik holatda ishlaganli sababli rama elementlarining cho'zilgan zonalarida hamda to'ldirmada darzlar kuzatilmadi. Tashqi yuklarning, mos ravishda $P_{crc,eks} = 23,8$ kN va $Q_{crc,eks} = 11$ kN qiymatlarida to'ldirmada birinchi darzlar hosil bo'ldi. Yuklarning oshishi natijasida $P_{crc,eks} = 33,2$ kN va $Q_{crc,eks} = 16$ kN qiymatlarida rama rigelining cho'zilgan zonalarida birinchi darzlar hosil bo'ldi. Vertikal va gorizontal yuklar qiymatlarining oshishi bilan darzlar rivojlandi. Rigel bo'ylab va rigel-ustun tutashgan tugunlar atrofida hamda to'ldirmada darzlar paydo bo'ldi. Bu holat to'ldirmada darzlanish boshlanganidan keyin yuklarning bir qismi temirbeton rama elementlariga qayta taqsimlanganligini ko'rsatdi. Yuk ortishi bilan darzlar rivojlanib, to'ldirmaning turli qismlariga tarqaldi.

Yakuniy yuklash bosqichida to'ldirmaning yuqori qismida rama bilan tutashuv sohalarida darzlar zichligi ortgan bo'lsa-da, temirbeton rigel va ustunlarda sezilarli konstruktiv shikastlanishlar qayd etilmadi. Bu holat tashqi yuklar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlarning katta qismi to'ldirma tomonidan qabul qilinganligini va energiyaning asosan to'ldirma darzlanishi hisobiga so'ndirilganligini ko'rsatadi. Namuna maksimal yuk ko'tarish qobiliyatiga $P_{u,eks} = 94,5$ kN vertikal va $Q_{u,eks} = 45$ kN gorizontal yuk ta'sirida erishgan bo'lib, sinov oxirigacha to'ldirmaning

to'liq shikastlanishi yoki rama elementlarining mo'rt yemirilishi kuzatilmadi.

Olingan natijalar to'ldirma yopiq temirbeton ramaning umumiy bikrligi va yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish bilan bir qatorda, shikastlanishlarni asosan to'ldirma qatlamida jamlash orqali rama elementlarini og'ir shikastlanishlardan muhofaza qilishini ko'rsatdi. Darzlarning asosan to'ldirmada rivojlanishi va temirbeton rama elementlarida og'ir shikastlanishlarning kuzatilmaganligi tashqi yuklar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlarning konstruksiya elementlari bo'ylab samarali qayta taqsimlanganligini ko'rsatdi. Bu holat konstruksiyaning yuklash jarayonida yuk ko'tarish qobiliyatini saqlab qolgan holda deformatsiyalanishini hamda buzilish jarayonining bosqichma-bosqich rivojlanganligini tasdiqlaydi 3, (b)-rasm.



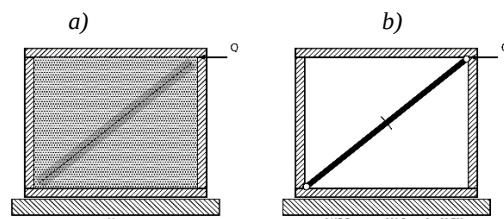
3-rasm. Namunalarning bo'zish holatidagi ko'rinishlari:

a) – to'ldirmasiz yopiq temirbeton rama;
b)- to'ldirmali yopiq temirbeton rama

Nazariy hisoblash natijalari

Bikir mahkamlangan to'ldirmasiz yopiq temirbeton rama uch marta statik noaniq tizim sifatida, deformasion (siljishlar) usuli bilan tahlil qilindi. Naziriy hisob bo'yicha to'ldirmasiz yopiq temirbeton ramaning yuk ko'tarish qobiliyati $P_{u,naz} = 43$ kN, darz xosil qilish yuki $P_{crc,naz} = 9,65$ kN aniqlandi.

To'ldirmali yopiq temirbeton ramani nazariy hisoblashda Mainstone modelidan foydalanamiz ya'ni, to'ldirmaning rama bilan o'zaro ta'siri ekvivalent diagonal siqiluvchi tirgak orqali ifodalanadi. Yuk uzatish jarayonida asosan siqiluvchi diagonal faol ishtirok etadi. Ekvivalent tirgakning hisobiy eni to'ldirma va rama elementlarining nisbiy bikrligi, to'ldirma qalinligi, geometrik parametrlari va diagonal burchagini hisobga oluvchi Mainstone empirik ifodasi orqali aniqlanadi (4-rasm). Bu modelni 1971 yilda R. J. Mainstone taklif qilgan va hozirgacha FEMA 306, Eurocode 8, ASCE 41 kabi deyarli barcha xalqaro me'yoriy hujjatlarda standart usul sifatida qo'llaniladi [7, 8].



4-rasm. Mainstone (1971) ekvivalent diagonal siqiluvchi tasma modeli:

(a) haqiqiy to'ldirmadagi diagonal siqilish zonasi; (b) uni almashtiruvchi, faqat siqilishda ishlovchi sharnirli diagonal tasma (kengligi w , uzunligi d)

Ichi gazoblok bilan to'ldirilgan yopiq temirbeton ramaning geometrik parametrlari 1,a-rasmga keltirilgan.

To'ldirma qalinligi $t = 150$ mm bo'lganda, to'ldirma diagonal va og'ish burchagi quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$d_w = \sqrt{l_w^2 + h_w^2} \quad (1)$$

Diagonalning gorizontal yo'nalishga og'ish burchagi $\alpha = \arctan(h_w/l_w) = 32,7^\circ$. $\cos \alpha = 0,841$, $\sin 2\alpha = 0,910$.

Ekvivalent diagonal tirgakning hisobiy eni (Mainstone formulasi bo'yicha):

$$w/d = 0,16(\lambda_1 h_w)^{-0,3} \quad (2)$$

bu yerda: λ_1 -to'ldirmali yopiq temirbeton ramaning nisbiy bikirlik parametri:

$$\lambda_1 = \left[\frac{E_t t_w \sin 2\alpha}{4 E_b l_t h_w} \right]^{1/4} \quad (3)$$

Rama va to'ldirmaning birgalikdagi ishlashi hisoblashda Paulay va Priestley (1992) hamda FEMA 306 (1998) hujjatlarida keltirilgan umumiy tarzda asoslangan (dual resisting system) tamoyildan foydalanildi [9] va yuk ko'tarish qobiliyati $P_{u,naz} = 73,2$ kN, darz xosil qilish yuki $P_{crc,naz} = 15$ kN temirbeton rama va to'ldirmaning tutashgan chegarasida (yuqori rigel va yon ustunlar bo'ylab yelim chokida) aniqlandi. Darz xosil qilish yuki $P_{crc,naz} = 22$ kN d a rigelning oraliq (prolet) qismidagi pastki cho'zilgan zonasida paydo bo'ldi.

Eksperimental va nazariy hisoblash natijalarining taqqoslash tahlili

Yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha olingan nazariy natija eksperimental tadqiqot bilan taqqoslandi 1-jadval.

1-jadval

Yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha olingan nazariy natijalarning eksperimental tadqiqot natijalari bilan taqqoslanishi

Ko'rsatkich	To'ldirmasiz yopiq temirbeton rama	To'ldirmali yopiq temirbeton rama	Farqi
Nazariy $P_{u,naz}$, kN	43	73,2	+70,2%
Eksperimental $P_{ult,eks}$, kN	45	94,5	+110%
Nisbati	0,95	0,77	—

Namunlarda dastlabki darzlar paydo bo'lishi bo'yicha olingan natijalar nazariy va eksperimental tadqiqot bilan taqqoslandi 2-jadval.

2-jadval

Namunalarda dastlabki darzlar paydo bo'lishi bo'yicha olingan nazariy va eksperimental tadqiqot natijalarining taqqoslanishi

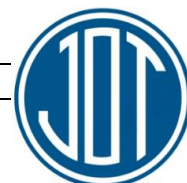
Ko'rsatkich	To'ldirmasiz yopiq temirbeton rama	To'ldirmali yopiq temirbeton rama
Nazariy $R_{crc,naz}$, kN	9,65	22
Eksperimental $R_{crc,eks}$, kN	9	33,5
Nisbati	1,7	0,65

Birinchi darzlarning ancha oldin to'ldirmada xosil bo'lishi temirbeton va gazoblokning elastiklik modullari E_b , E_m keskin farq qilgani uchun kontakt zonasidagi cho'zuvchi kuchlanishlar yelimning yopishish mustahkamligidan oshadi va birinchi ajralish mikroyorig'i hosil bo'ladi. Kontakt choki ajralgach, egiluvchi momentning bir qismi rigelga o'tadi va betondagi cho'zilish kuchlanishi betonining normativ cho'zilish mustahkamligidan oshib, betonda egilish yorig'i ochiladi.

To'ldirilmali temirbeton ramaning yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha olingan nazariy hisoblash natijalari real eksperimental tadqiqot ko'rsatkichlaridan sezilarli darajada past ekanligi aniqlandi. Ushbu nomuvofiqlikning asosiy sababi —nazariy modellashirishda gazoblokning faqat sof bir o'qli siqilishdagi mustahkamligi e'tiborga olinishidir. Tadqiqot jarayonida esa, temirbeton kontur ichiga tirqishsiz va zich terilgan gazoblok to'liq cheklangan deformatsiyalanish sharoitiga tushadi. Natijada, material murakkab hajmiy (uch o'qli) siqilish holatiga o'tib, konturning siqib turish (oboyma) effekti evaziga uning real mustahkamligi keskin ortadi. Bundan tashqari, kontakt

yuvasidagi o'zaro ta'siri evaziga rama rigeli va to'ldirma bir yaxlit to'sin-devor (balka-stenka) sifatida birgalikda ishlaydi hamda vertikal va gorizontal yuklarni devor maydoni bo'ylab qayta taqsimlaydi.

Olingan natijalarni nazariy hisoblash va eksperimental tadqiqot ma'lumotlari bilan qiyosiy tahlil qilish natijalari tadqiqotchilar tomonidan olingan ilmiy xulosalar mos kelishini ko'rsatdi [7]. Jumladan, Meynstoun tadqiqotlarida hamda zamonaviy seysmik me'yorlarda qo'llaniladigan ekvivalent diagonal tirgak modellarida to'ldirmaning rama bilan o'zaro ta'siri va uning haqiqiy kuchlanish-deformatsiya holati hisobga olinmasligi natijasida konstruksiyaning haqiqiy yuk ko'tarish qobiliyati to'liq aks etmasligi qayd etilgan [10]. Asteris va Mehrabi tomonidan o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari esa rama konturiga zich joylashtirilgan to'ldirmaning fazoviy siqilish holati, deformatsiyalarning cheklanishi va rama bilan o'zaro ta'siri hisobiga yuk ko'tarish qobiliyati nazariy hisob qiymatlardan yuqori bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan [11, 12]. Shuningdek, Murti va Jayn tadqiqotlarida to'ldirmali ramalarning bikrligi va mustahkamlik ko'rsatkichlari



to'ldirmasiz ramalarga nisbatan sezilarli darajada yuqori ekanligi aniqlangan [13]. Ushbu natijalar mazkur tadqiqotda olingan nazariy va eksperimental ma'lumotlar o'rtasidagi farqlarning fizik-mexanik asoslari mavjudligini tasdiqlaydi.

4. Xulosa

Nazariy tahlil natijalari to'ldirmaning temirbeton rama darzbardoshligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Xususan, to'ldirmasiz yopiq temirbeton ramada dastlabki darz 9,65 kN ni tashkil etgan bo'lsa, to'ldirmali ramada ushbu qiymat 22,0 kN ga yetgan. Bu to'ldiruvchi devorning rama bilan birgalikda ishlashi natijasida konstruksiyaning dastlabki yorilishga qarshiligi taxminan 2,28 marta oshganligini ko'rsatadi.

Eksperimental tadqiqot natijalariga ko'ra, to'ldirmasiz yopiq temirbeton ramada dastlabki darz hosil bo'lish yuki 9,0 kN ni tashkil etgan bo'lsa, to'ldirmali ramada mazkur ko'rsatkich 33,5 kN ga yetgan. Demak, to'ldiruvchi devorning rama bilan birgalikda ishlashi natijasida konstruksiyaning dastlabki yorilishga qarshiligi sezilarli darajada oshgan va darzlanish yuki to'ldirmasiz ramaga nisbatan taxminan 3,72 marta yuqori bo'lgan.

Nazariy va eksperimental tadqiqot natijalari to'ldirmali temirbeton ramaning yuk ko'tarish qobiliyati va darzbardoshligiga sezilarli ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Eksperimental sinovlarda to'ldirmali ramaning vertikal yuk ko'tarish qobiliyati to'ldirmasiz ramaga nisbatan 2,1 martaga oshgan, nazariy hisoblarda esa ushbu o'sish 1,45 tashkil etgan. Nazariy va eksperimental natijalar o'rtasidagi farq to'ldirmaning rama bilan birgalikda ishlashi, deformatsiyalarning cheklanishi va fazoviy siqilish (oboyma) effekti bilan izohlanadi. Gorizontaal yuk ta'sirida esa gazoblok devor ramaning umumiy bikirligi va seysmik qarshiligini oshirib, yuklarni qayta taqsimlashda faol ishtirok etgan.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Sen D., Zahura F.T., Das A., Alwashali H., Islam M.S., Maeda M., Seki M., Bhuiyan M.A.R. A Comparative Investigation on Experimental Lateral Behaviour of Bare RC Frame, Non-strengthened and Ferrocement Strengthened Masonry Infilled RC Frame // Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering. – 2024. – Vol. 57, No. 2. – P. 85–96. – DOI: 10.5459/bnzsee.1656.
- [2] Kim M., Yu E. Experimental Study on Lateral-Load-Resisting Capacity of Masonry-Infilled Reinforced Concrete Frames // Applied Sciences. – 2021. – Vol. 11, No. 21. – P. 9950. DOI: 10.3390/app11219950.
- [3] El-Kholy A.M., Sayed S.M., El-Assaly M.M., Ismail M.K. Modeling of masonry infilled RC frames with

different aspect ratios using plastic hinge and equivalent strut // Journal of Engineering and Applied Science. – 2025. – T. 72. – Мақола №18. – DOI: 10.1186/s44147-024-00556-x.

[4] QMQ 2.01.03-19. Zilzilaviy hududlarda qurilish. – Toshkent, 2019. – 47 b.

[5] V.F. Usmanov, N.P. Sanayeva. Temirbeton rama modelini eksperimental tadqiqi // "Arxitektura qurilish va dizayn" ilmiy-amaliy jurnali. Toshkent, 2026. № son, 275-279 betlar.

[6] ГОСТ 25485-2019. Бетоны ячеистые. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2019.

[7] Mainstone R.J. On the stiffnesses and strengths of infilled frames // Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Supplement (IV). – 1971. – P. 57–90.

[8] ЎзИИHK 2.03.01-96. Бетон ва темирбетон конструкциялар. – Тошкент, 1996.

[9] Paulay T., Priestley M.J.N. Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. – New York: John Wiley & Sons, 1992. – 768 p.

[10] ASCE/SEI 41-17. (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. American Society of Civil Engineers, Reston, VA. 576 p.

[11] Asteris, P. G., Cotsos, D. M., Chrysostomou, C. Z., Mohebkhah, A., & Al-Chaar, G. K. (2013). Mathematical micromodeling of infilled frames: State of the art. Engineering Structures, 56, 1905–1921.

[12] Mehrabi, A. B., Shing, P. B., Schuller, M. P., & Noland, J. L. (1996). Experimental evaluation of masonry-infilled RC frames. Journal of Structural Engineering, 122(3), 228–237.

[13] Murty, C. V. R., & Jain, S. K. (2000). Beneficial influence of masonry infill walls on seismic performance of RC frame buildings. Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering (12WCEE), Auckland, New Zealand, Paper No. 1790.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Sanayeva Nargiza
Payzullayevna /
Nargiza Sanaeva

Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat texnika universiteti, «Qurilish muhandisligi» texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), DSc doktoranti

E-mail:

sanayeva.nargiza.88@mail.ru

Tel.: +998 97 926-70-88

[https://orcid.org/0009-](https://orcid.org/0009-0008+0045-9811)

[0008+0045-9811](https://orcid.org/0009-0008+0045-9811)



K. Mustafaeva, Sh. Jumaev, A. Makhkamov, Sh. Suyunbaev

Research on the time norms for performing technological operations with multi-group trains at railway stations.....234

F. Khasanov

Study of the magnetocaloric effect in magnetic materials.....242

F. Khasanov

The magnetocaloric effect as a basis for energy-efficient magnetic refrigeration.....247

D. Safaeva, Sh. Tashmuhammedova, D. Zairov

IR spectroscopic study of the formation of functional groups on the surface of polymer materials for packaging under the influence of corona discharge.....251

A. Azimov

Improving the cold-start process in fourth-generation gas-cylinder vehicles operating on compressed natural gas fuel.....254

A. Beliy, Sh. Kadirova

Improvement of the method for assessing the need for electrochemical protection of reinforced concrete bridge piers259

A. Adylkhodjaev, I. Kadyrov, F. Abdukadyrov,

S. Niyazbekov, A. Babajanov, A. Kamalov

Effect of a binary micro-filler and polyfunctional admixture on the structure formation and properties of cement binders.....264

A. Karshiboev

Numerical analysis of tunnel lining for a metro station.....272

U. Berdiev, G. Kahhorova

Improving energy performance through the application of single-phase capacitor asynchronous electric motors in auxiliary circuits of electric rolling stock.....278

N. Sanaeva

Stress-strain state characteristics of closed reinforced concrete frames considering infill wall effects.....282