ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ISSIQLIKKA CHIDAMLI QATLAMLI VARIATROP TEMIRBETON BUYUMLARNING AFZALLIKLARI

Yunusaliev Elmurad Maxammadyakubovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti t.f.d., DSc, dotsent.
Otaqulov Baxromjon Adxamovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti Mustaqil tadqiqotchi

Annotatsiya. Ushbu maqolada issiqlikka chidamli qatlamli variatrop temirbeton buyumlarning konstruktiv, termik va ekspluatatsion afzalliklari tahlil qilingan. Beton va temirbeton konstruksiyalarining past issiqlik o‘tkazuvchanligi ularning yong‘inga yuqori darajada bardoshli bo‘lishini ta’minlaydi. Maqolada betonning mineral tarkibi, mikrostrukturasi hamda yuqori harorat ta’siridagi xolati o‘rganilgan. Shuningdek, variatrop (qatlamli) temirbeton tushunchasi va uning afzalliklari, yong‘inga chidamlilikni baholash usullari va qatlamlar bo‘yicha xossalarni optimallashtirish masalalari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari konstruksiyalarning xavfsizligini oshirish va ularning xizmat muddatini uzaytirish imkonini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: temirbeton, variatrop struktura, issiqlik o‘tkazuvchanlik, termik bardoshlik, mikrostruktura, yong‘inga chidamlilik.

Аннотация. В данной статье проанализированы конструктивные, термические и эксплуатационные преимущества жаростойких слоистых вариатропных железобетонных изделий. Низкая теплопроводность бетонных и железобетонных конструкций обеспечивает их высокую огнестойкость. В статье исследованы минеральный состав бетона, его микроструктура, а также поведение при воздействии высоких температур. Кроме того, рассмотрены понятие вариатропного (слоистого) железобетона и его преимущества, методы оценки огнестойкости и вопросы оптимизации свойств по слоям. Результаты исследований показывают возможность повышения безопасности конструкций и увеличения срока их службы.

Ключевые слова: железобетон, вариатропная структура, теплопроводность, термическая стойкость, микроструктура, огнестойкость.

Abstract. This article analyzes the structural, thermal, and operational advantages of heat-resistant layered variatropic reinforced concrete products. The low thermal conductivity of concrete and reinforced concrete structures ensures their high fire resistance. The study examines the mineral composition of concrete, its microstructure, and its behavior under high-temperature exposure. In addition, the concept of variatropic (layered) reinforced concrete and its advantages, methods for evaluating fire resistance, and issues of optimizing properties across layers are

ISSN 3030-3907

discussed. The research results demonstrate the potential to improve structural safety and extend service life.

Keywords: reinforced concrete, variatropic structure, thermal conductivity, thermal resistance, microstructure, fire resistance.

KIRISH.

Zamonaviy qurilishda binolarning xavfsizligi, uzoq muddat xizmat qilish qobiliyati hamda energiya samaradorligini ta’minlash eng muhim talablardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, seysmik va iqlimiy yuklamalar bilan bir qatorda yuqori harorat va yong‘in sharoitida konstruksiyalarning barqarorligi alohida ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, temirbeton konstruksiyalari o‘zining kompleks fizik-mexanik va issiqlik-fizik xossalari tufayli keng qo‘llaniladi. Ularning asosiy afzalliklaridan biri — past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega ekanligi bo‘lib, bu xususiyat ularni yong‘inga nisbatan nisbatan xavfsiz konstruksion material sifatida ajratib turadi. Temirbeton elementlar tashqi yuqori harorat ta’sirida issiqlikni sekin o‘tkazadi, natijada ichki armatura va konstruktiv qatlam ma’lum vaqt davomida himoyalangan holatda qoladi.

Betonning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (λ) uning ichki tuzilishi, g‘ovakligi, namligi hamda mineral tarkibiga bevosita bog‘liq bo‘lib, odatda 0.6–1.8 Vt/m·K oralig‘ida o‘zgaradi. Ushbu ko‘rsatkich betonning issiqlikni uzatish qobiliyatini ifodalaydi va uning qanchalik tez yoki sekin issiqlikni o‘tkazishini belgilaydi. Fure qonuniga muvofiq issiqlik oqimi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$q=-\lambda\nabla Tq$$

bu yerda q — issiqlik oqimi zichligi, λ — issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, ∇T — harorat gradientidir. Ushbu formulaga ko‘ra, λ qiymatining kichik bo‘lishi issiqlik oqimining sekinlashishiga olib keladi, bu esa konstruksiyaning tashqi yuqori harorat ta’siridan ichki qismlarini himoya qilish imkonini beradi. Natijada, temirbeton elementlar ichki muhitini nisbatan barqaror saqlab qoladi.

Betonning past issiqlik o‘tkazuvchanligi uning mineral tarkibi va mikrostrukturasi bilan chambarchas bog‘liqdir. Beton tarkibidagi kalsiy silikatlar (C-S-H gel), kalsiy gidroksid va boshqa mineral fazalar materialning issiqlik va mexanik xossalarini belgilovchi asosiy komponentlar hisoblanadi. Ushbu komponentlar betonning termik barqarorligini oshirib, yuqori harorat ta’sirida strukturaviy yaxlitlikni ma’lum darajada saqlab qolishga yordam beradi. Bundan tashqari, betonning g‘ovakli tuzilishi ichida mavjud bo‘lgan havo bo‘shliqlari issiqlikni yomon o‘tkazuvchi muhit sifatida xizmat qiladi va umumiy issiqlik o‘tkazuvchanlikni kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

G‘ovak strukturaning mavjudligi betonning issiqlik izolyatsion xususiyatlarini yaxshilash bilan birga, uning zichligi va issiqlik sig‘imini ham o‘zgartiradi. Namlikning mavjudligi ham issiqlik o‘tkazuvchanlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, chunki suv issiqlikni havoga nisbatan yaxshiroq o‘tkazadi. Shu sababli betonning qurilishdagi real ekspluatatsiya sharoitlarida uning issiqlik-fizik xossalari turlicha bo‘lishi mumkin.

Temirbeton konstruksiyalarida beton qatlami armatura uchun himoya qatlami vazifasini bajaradi va yuqori harorat sharoitida “termik ekran” sifatida ishlaydi. Ya’ni, beton tashqi yong‘in yoki issiqlik ta’sirini sekinlashtirib, ichki po‘lat armaturaning kritik haroratga yetib borishini kechiktiradi. Bu esa armaturaning mustahkamlik xususiyatlarini saqlab qolishga va konstruktsiyaning umumiy yuk ko‘tarish qobiliyatini muayyan vaqt davomida barqaror ushlab turishga imkon beradi. Shu sababli beton qatlami qalinligi va uning sifati temirbeton elementlarning yong‘inga chidamliligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Umuman olganda, beton va temirbeton konstruksiyalarining issiqlik o‘tkazuvchanlik va termik barqarorlik xossalari ularning mikrostrukturasi, tarkibi hamda fizik holati bilan belgilanadi. Ushbu xossalarni chuqur o‘rganish va optimallashtirish orqali qurilish inshootlarining yong‘inga chidamliligini oshirish, xizmat muddatini uzaytirish hamda xavfsizlik darajasini yanada yuqori bosqichga ko‘tarish mumkin.

Betonning mikrostrukturasi sement gidratatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan C-S-H gel, portlandit va boshqa turli kristall hamda amorf fazalardan tashkil topgan bo‘lib, bu murakkab struktura bir tomondan issiqlikni sekin o‘tkazish, ya’ni betonning nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanlik qobiliyatini ta’minlaydi, ikkinchi tomondan mexanik barqarorlikni, xususan bosim va egilish kuchlanishlariga qarshilikni yuzaga keltiradi hamda yuqori haroratda ma’lum darajada o‘z xossalarini saqlab qolish imkonini beradi. Biroq harorat ortishi bilan beton mikrostrukturasida bir qator noxush jarayonlar yuz beradi: mikrojarayonlarning buzilishi kuzatiladi, gidratatsiya mahsulotlaridagi kimyoviy bog‘langan va erkin suvning bug‘lanishi natijasida material hajmi qisqaradi va ichki yorilishlar paydo bo‘ladi. Yuqori harorat ta’sirida betonda namlikning bug‘lanishi, mikrojarayonlar orasida va ularning chegaralarida yorilishlarning rivojlanishi, sement bog‘lovchi moddalarining, ayniqsa portlanditning parchalanishi va armaturaning mustahkamligini yo‘qotishi kabi o‘zgarishlar ketma-ket sodir bo‘ladi, natijada butun temirbeton konstruksiyaning yuk ko‘tarish qobiliyati sezilarli darajada pasayib ketadi. Ushbu mikrostrukturaviy o‘zgarishlar variatrop temirbetonda qatlamli strukturaning yong‘inga chidamlilikni oshirishdagi roli bilan bevosita

ISSN 3030-3907

bog‘liqdir – tashqi himoya qatlami aynan shunday yuqori haroratli mikrobuzilishlarni sekinlashtirish va ichki yuk ko‘taruvchi qatlamga tarqalishining oldini olish uchun mo‘ljallangan.

Variatrop temirbeton qatlamlari turli fizik-mexanik va issiqlik-fizik xossalarga ega bo‘lgan kompozitsion konstruktiv materialdir. Ushbu materialda har bir qatlamning funksional vazifasi alohida optimallashtirilgan bo‘lib, tashqi qatlam asosan issiqlikdan himoya qilish va yong‘inga chidamlilikni ta’minlash vazifasini bajaradi hamda yuqori haroratlar va ochiq olov ta’siriga bardosh berish uchun maxsus tarkibli beton yoki issiqlik izolyatsion qo‘shimchalar bilan boyitilgan bo‘lishi mumkin, ichki qatlam esa konstruksiyaning mexanik mustahkamligi, yuk ko‘tarish qobiliyati va deformatsiyaga qarshiligini ta’minlaydi hamda an’anaviy yuqori mustahkamlikdagi temirbetonga asoslangan holda asosiy yuklarni qabul qiladi. Ushbu qatlamli yondashuv konstruksiyaning umumiy ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi, chunki materialning har bir funksional talabi, masalan issiqlik izolyatsiyasi, yong‘inga chidamlilik va mustahkamlik, alohida qatlamda eng samarali tarzda qondiriladi.

Temirbeton plitalarning yong‘inga chidamliligi maxsus standart sinovlar asosida baholanadi. Ushbu sinovlar davomida harorat rejimi, ya’ni sinov pechida standart “harorat–vaqt” egri chizig‘i bo‘yicha temperatura o‘zgarishining simulyatsiyasi, yuk ta’siri, ya’ni konstruksiyaga ekspluatatsion va chegaraviy yuklar ta’sirida sinov o‘tkazilishi, deformatsiya, ya’ni yuqori harorat ta’sirida plitaning vertikal va gorizontal siljishlari hamda eguvchanlik o‘zgarishlarining kuzatilishi, shuningdek mustahkamlikning pasayishi, ya’ni yuqori harorat ta’sirida beton va armatura mustahkamligining vaqtga bog‘liq holda kamayishi kabi ko‘rsatkichlar majmuasi o‘rganiladi hamda shu asosda konstruksiyaning yong‘inga chidamlilik chegarasi aniqlanadi.

Qatlamli struktura variatrop temirbetonda bir qator muhim muhandislik afzalliklarini yaratadi. Jumladan, issiqlik oqimini boshqarish orqali qatlamlar orasidagi issiqlik qarshiliklarning taqsimlanishi natijasida tashqi issiqlik oqimi ichki qatlamga yetib borguncha pasaytiriladi, harorat gradientini kamaytirish hisobiga qatlamlar chegarasida issiqlik o‘tkazuvchanlikning bosqichli o‘zgarishi keskin harorat farqlarini yumshatadi va bu termik kuchlanishlarni kamaytiradi, shuningdek konstruksiyaning umumiy barqarorligini oshirish orqali yong‘in vaqtida tashqi qatlam himoya funksiyasini bajargan holda ichki yuk ko‘taruvchi qatlamning ishchi haroratini me’yor doirasida ushlab turadi, bu esa butun konstruksiyaning yemirilish vaqtini uzaytiradi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Temirbeton va qo‘shimchali materiallarning termik xossalari

Material turi	Issiqlik o‘tkazuvchanlik λ (Vt/m·K)	Haroratga chidamlilik (°C)	Xususiyatlari
Oddiy beton	0.8 – 1.8	300–600	Past o‘tkazuvchanlik, barqaror
Temirbeton	1.0 – 2.0	400–700	Armatura bilan mustahkamlangan
Variatrop beton	0.6 – 1.5	500–800	Qatlamli, optimallashgan
Geopolimer beton	0.5 – 1.2	800–1000	Yuqori termik bardoshlik
Vermikulitli beton	0.2 – 0.5	300–400	Yaxshi izolyatsiya va yong‘inga chidamli

Issiqlikka chidamli qatlamli variatrop temirbeton buyumlar zamonaviy qurilishda yuqori samaradorlikka ega konstruksion yechim hisoblanadi. Betonning past issiqlik o‘tkazuvchanligi va mineral tarkibi uni yong‘inga chidamli qiladi. Variatrop struktura orqali esa material xossalarini qatlamlar bo‘yicha optimallashtirish mumkin.

Yuqori harorat ta’sirida konstruksiyaning barqarorligini saqlash uchun material tarkibini to‘g‘ri tanlash, mineral va qo‘shimchalardan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega. Kelgusida innovatsion kompozitsiyalar va nanotexnologiyalar asosida yangi avlod temirbeton buyumlarini yaratish dolzarb vazifa hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Neville A.M. *Properties of Concrete*. Pearson, 2011.
2. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill, 2014.
3. Bazhenov Y.M. *Construction Materials Science*. Moscow, 2006.
4. Kodur V. Fire resistance of concrete structures. *Engineering Structures*, 2014.
5. Sikora P. et al. Thermal properties of cement composites. *Construction and Building Materials*, 2019.
6. Davidovits J. *Geopolymer Chemistry and Applications*. 2015.

ISSN 3030-3907