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 VARIATROP BETON TUZILISHINI SHAKLLANTIRISHNING ILMIY-METODOLOGIK ASOSLARI

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

Annotatsiya. Maqolada issiqlikka chidamli beton tuzilishini shakllantirishning ilmiy-metodologik asoslari ko‘rib chiqilgan. Ko‘p komponentli beton tizimida tarkibiy qismlarni maqsadli tanlash, ularning o‘zaro ta’sirini tahlil qilish va yangi funksional materiallarni joriy etish orqali variatrop yong‘inga chidamli temir-beton buyumlarni olish imkoniyatlari asoslangan. Beton tuzilishini nanodan makrodarjagacha «pastdan yuqoriga» tamoyili asosida konstruksiyalash yondashuvi taklif etilgan. Tadqiqot natijalari betonning termik barqarorligi, mustahkamligi va ekspluatatsion samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar. issiqlikka chidamli beton, variatrop tizim, nanotuzilish, mezostruktura, kompozitsion material, termik barqarorlik, temir-beton.

Аннотация В статье рассмотрены научно-методологические основы формирования структуры жаростойкого бетона. Обоснованы возможности получения вариатропных огнестойких железобетонных изделий на основе целенаправленного подбора компонентов многокомпонентной бетонной системы, анализа их взаимодействия и внедрения новых функциональных материалов. Предложен подход к конструированию структуры бетона по принципу «снизу вверх» — от нано- до макроуровня. Результаты исследования направлены на повышение термической устойчивости, прочности и эксплуатационной эффективности бетона.

Ключевые слова жаростойкий бетон, вариатропная система, наноструктура, мезоструктура, композиционный материал, термическая устойчивость, железобетон.

Abstract. The article examines the scientific and methodological foundations for forming the structure of heat-resistant concrete. The possibilities of producing variatropic fire-resistant reinforced concrete elements are substantiated through the targeted selection of components in a multi-component concrete system, analysis of their interactions, and the introduction of new functional materials. An approach to designing the concrete structure based on the “bottom-up” principle, from nano- to macro-scale, is proposed. The research results are aimed at improving the thermal stability, strength, and operational efficiency of concrete.

Keywords heat-resistant concrete, variatropic system, nanostructure, mesostructure, composite material, thermal stability, reinforced concrete.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy qurilish amaliyotida yuqori harorat ta’sirida ishlaydigan konstruksiyalarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Energetika, metallurgiya va sanoat ob’ektlarida qo‘llaniladigan materiallar yuqori haroratda o‘z xossalarini saqlab qolishi lozim. An’anaviy betonlar esa yuqori harorat ta’sirida mustahkamligini yo‘qotadi va strukturasida degradatsiya jarayonlari kuzatiladi. Shu munosabat bilan, issiqlikka chidamli betonlarni yaratishda uning tuzilishini boshqarishning yangi ilmiy yondashuvlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, betonni ko‘p darajali (nano–mikro–mezo–makro) tizim sifatida qarash va uni variatrop yondashuv asosida konstruksiyalash dolzarb vazifa hisoblanadi.

ASOSIY QISM.

Issiqlikka chidamli beton ko‘p komponentli va chiziqli bo‘lmagan murakkab fizik-kimyoviy tizim hisoblanib, unda har bir komponentning (sement, to‘ldiruvchilar, mineral va kimyoviy qo‘shimchalar) o‘zaro ta’siri natijasida materialning yakuniy fizik-mexanik va termik xossalari shakllanadi. Bunday tizimlarda komponentlar ta’siri additiv xarakterga ega bo‘lmay, balki sinergetik ta’sir orqali namoyon bo‘ladi, ya’ni ayrim komponentlar birgalikda qo‘llanilganda yangi sifat ko‘rsatkichlari yuzaga keladi.

Shu nuqtai nazardan, beton tarkibini shakllantirishda an’anaviy empirik yondashuvlar o‘rniga funksional va tizimli yondashuvdan foydalanish talab etiladi. Funksional yondashuvda har bir komponentning beton strukturasidagi vazifasi (mustahkamlikni ta’minlash, zichlikni oshirish, termik barqarorlikni yaxshilash va h.k.) aniq belgilanadi. Tizimli yondashuv esa ushbu komponentlarning o‘zaro bog‘liqligini va ko‘p darajali strukturadagi o‘rnini hisobga olishni nazarda tutadi. Beton tuzilishini shakllantirish quyidagi asosiy ilmiy tamoyillarga tayanadi:

Tarkibiy qismlarning optimal nisbatini tanlash. Bu tamoyil betondagi fazalar nisbatini boshqarish orqali uning zichligi, mustahkamligi va issiqlikka chidamliligini ta’minlashga qaratilgan. Suv-sement nisbati, to‘ldiruvchilar ulushi va qo‘shimchalar miqdori o‘rtasidagi muvozanat hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Komponentlar o‘zaro ta’sirini hisobga olish. Sement gidratatsiyasi, mineral qo‘shimchalarning pussolan reaksiyalari va kimyoviy qo‘shimchalar ta’siri bir vaqtning o‘zida kechadi. Ularning o‘zaro ta’siri sement toshining strukturasi, kovaklik darajasi va fazaviy tarkibini belgilaydi.

Texnologik jarayonlarni optimallashtirish. Aralashtirish intensivligi, qoliplash usuli va parvarishlash rejimi beton strukturasining bir xilligi va barqarorligini ta’minlaydi. Masalan, nomuvofiq aralashtirish disperslikni pasaytiradi va lokal nuqsonlarni keltirib chiqaradi.

ISSN 3030-3907

Ko‘p darajali strukturani boshqarish. Betonni nanodan makrodarjagacha bo‘lgan ierarxik tizim sifatida qarash, har bir darajadagi jarayonlarni muvofiqlashtirish imkonini beradi. Bu esa material xossalarini kompleks ravishda shakllantirishga xizmat qiladi.

Ko‘p komponentli beton tizimlarida kechadigan jarayonlar ehtimollik-deterministik xususiyatga ega bo‘lib, ular turli tashqi va ichki omillar (harorat, namlik, komponentlar sifatining o‘zgarishi, texnologik rejimlar) ta’sirida shakllanadi. Shu sababli, beton strukturasini samarali boshqarish uchun statistik modellashtirish, eksperimental rejalashtirish (DOE), regression tahlil va ko‘p omilli optimallashtirish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq.

Bundan tashqari, zamonaviy ilmiy yondashuvlarda beton tuzilishini shakllantirishda sinergetika va nonlineyr dinamika tamoyillarini qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Bu usullar orqali sistema holatlarining barqarorligi, strukturaning o‘z-o‘zini tashkil etish jarayonlari va fazaviy o‘tishlarini chuqur tahlil qilish mumkin.

Shunday qilib, beton tarkibini shakllantirish va uning tuzilishini boshqarishda kompleks, ko‘p darajali va ilmiy asoslangan yondashuvdan foydalanish issiqlikka chidamli, mustahkam va ishonchli beton materiallarini yaratishning asosiy sharti hisoblanadi.

1-jadval

Beton tuzilish darajalari

Daraja	Kirish parametrlari	Chiqish parametrlari
Makro (≥10^{-1} m)	Aralashtirish, qoliplash, parvarishlash	Tayyor mahsulot xossalari, energiya sarfi
Mezo (10^{-4}–10^{-1} m)	To‘ldiruvchi shakli, donadorligi, zichligi	Zichlik, mustahkamlik, issiqlik o‘tkazuvchanlik
Mikro (10^{-7}–10^{-4} m)	Sement mayinligi, fazalar nisbati	Sement toshi strukturasi
Nano (10^{-9}–10^{-7} m)	Nanoqo‘shimchalar tuzilishi	Gidratatsiya mahsulotlari barqarorligi

ASOSIY HISOBLASh FORMULALARI

Zichlik:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Siqilishga mustahkamlik:

$$R = \frac{P}{A}$$

ISSN 3030-3907

Issiqlik o‘tkazuvchanlik:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta T}$$

Termik barqarorlik koeffitsienti:

$$K_t = \frac{R_t}{R_0}$$

Kompozitsion ta’sir koeffitsienti:

$$K_c = \sum w_i k_i$$

Issiqlikka chidamli beton strukturasi ierarxik tizim sifatida quyidagicha tasvirlanadi:

MAKRO → ekspluatatsion xossalar

↑

MEZO → to‘ldiruvchilar strukturasi

↑

MIKRO → sement toshi

↑

NANO → kristall va nanotuzilish

1-Rasm – Beton tuzilishini konstruksiyalash tizimi

Ushbu tizimda har bir quyi daraja yuqori daraja xossalarini belgilaydi va strukturani «pastdan yuqoriga» boshqarish imkonini beradi.

MUHOKAMA.

Variatrop yondashuv betonni geterogen, ko‘p funksiyali tizim sifatida qarab, uning tarkibiy qismlari orasida funksiyalarni maqsadli va differensial taqsimlashga asoslanadi. Ushbu yondashuvga ko‘ra, betonning har bir komponenti (bog‘lovchi, to‘ldiruvchi, mineral va kimyoviy qo‘shimchalar) ma’lum bir funksional vazifani bajaradi va umumiy struktura samaradorligini ta’minlashda o‘zaro bog‘liq holda ishlaydi. Bu esa ichki kuchlanishlarning lokal konsentratsiyasini kamaytirish, mikrodarzlar paydo bo‘lishining oldini olish va materialning yorilishga chidamliligini oshirish imkonini beradi.

Yuqori harorat ta’sirida beton strukturasida termik kengayishning nomuvofiqligi, fazalar orasidagi adgeziyaning susayishi va degidratatsiya jarayonlari yuz beradi. Variatrop yondashuv ushbu salbiy ta’sirlarni kamaytirish uchun strukturani oldindan optimallashtirishni nazarda tutadi. Xususan,

ISSN 3030-3907

komponentlarning termik fizik xossalarini moslashtirish orqali ichki kuchlanishlar gradienti pasaytiriladi va termik barqarorlik oshiriladi.

Nanodarajada qo‘shimchalar (masalan, shungit, kremniy dioksidi nanozarralari va boshqalar) qo‘llanilishi sement gidratatsiyasining kinetikasi va mahsulotlarining morfologiyasini boshqarish imkonini beradi. Bu esa C-S-H gelining zichligi va bir xilligini oshirib, kapillyar kovaklar hajmini kamaytiradi va materialning umumiy mustahkamligini yaxshilaydi. Shu bilan birga, nanozarrachalar nukleatsiya markazlari sifatida xizmat qilib, strukturaning erta bosqichda shakllanishini tezlashtiradi.

Mikrodarajada sement toshining fazaviy tarkibi va uning zichligi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Qattiq va suyuq fazalar nisbatini optimallashtirish, shuningdek, sirt faol qo‘shimchalardan foydalanish orqali mustahkam va barqaror mikrostruktura shakllantiriladi. Bu esa betonning mexanik mustahkamligi va uzoq muddatli chidamliligini ta’minlaydi.

Mezodarajada to‘ldiruvchilarning granulometrik tarkibi, shakli va taqsimlanishi betonning zichligi, deformatsiyalanish xususiyatlari va yorilishga chidamliligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Optimal donadorlik tarkibi hosil qilinishi orqali bo‘shliqlar kamaytiriladi va struktura bir xilligi ta’minlanadi. Bu esa tashqi yuklamalar va harorat ta’sirida materialning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Makrodarajada esa texnologik omillar — aralashtirish rejimi, qoliplash usuli va parvarishlash sharoitlari — betonning yakuniy xossalarini belgilaydi. Ushbu bosqichda barcha quyi darajalarda shakllangan struktura elementlari integratsiyalashib, materialning umumiy ekspluatatsion xususiyatlarini namoyon qiladi.

Shunday qilib, betonni nanodan makrodarjagacha bo‘lgan ko‘p darajali tizim sifatida kompleks boshqarish uning fizik-mexanik va termik xususiyatlarini maqsadli ravishda shakllantirish imkonini beradi. Variatrop yondashuv esa ushbu jarayonda asosiy metodologik vosita bo‘lib, yuqori samarador, ishonchli va issiqlikka chidamli beton materiallarini yaratishda muhim ilmiy asos vazifasini bajaradi.

XULOSA.

Issiqlikka chidamli betonni yaratishda uning tuzilishini ko‘p darajali (nano–mikro–mezo–makro) tizim sifatida maqsadli boshqarish materialning yakuniy xossalarini shakllantirishda hal qiluvchi omil ekanligi aniqlandi. Nanodarajada gidratatsiya jarayonlari va kristall tuzilishni tartibga solish, mikrodarajada sement toshining zich va barqaror strukturasini hosil qilish, mezodarajada to‘ldiruvchilarning optimal taqsimlanishi hamda makrodarajada texnologik

ISSN 3030-3907

parametrlarni muvofiqlashtirish orqali betonning fizik-mexanik va termik ko‘rsatkichlarini kompleks ravishda yaxshilash imkoni yaratildi.

Variatrop yondashuv asosida komponentlarning funksional rolini differensial taqsimlash beton strukturasida ichki kuchlanishlarni kamaytirish, yorilishga chidamlilikni oshirish va yuqori harorat ta’sirida barqarorlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, taklif etilgan metodologik yondashuv ko‘p komponentli tizimlarda parametrlarni optimallashtirish imkonini berib, resurs tejamkor va yuqori samarador beton kompozitsiyalarini yaratishga zamin yaratadi.

Olingan natijalar sanoat va energetika inshootlarida qo‘llaniladigan yong‘inga va yuqori haroratga chidamli temir-beton konstruksiyalarni ishlab chiqishda ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi hamda qurilish materiallari sohasida innovatsion texnologiyalarni joriy etish uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Neville A.M. *Properties of Concrete*. – Pearson, 2011.
2. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. *Concrete: Microstructure, Properties*. – McGraw-Hill, 2014.
3. Mindess S. *Concrete*. – Prentice Hall, 2003.
4. Taylor H.F.W. *Cement Chemistry*. – Thomas Telford, 1997.
5. Scrivener K. *Microstructural Analysis of Cementitious Materials*. – CRC Press, 2016.
6. Li Z. *Advanced Concrete Technology*. – Wiley, 2011.
7. QMQ 2.03.01-96. Beton va temir-beton konstruksiyalar.
8. Bentz D.P. Cement hydration research // Cement and Concrete Research, 2010.
9. Rahmonov Q.Q. Qurilish materiallari. – Toshkent, 2020.
10. Sanjarov U.R. Qurilish materiallari texnologiyasi. – Toshkent, 2019.

ISSN 3030-3907