

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.

Current state and development prospects of heat-insulating cellular concrete for individual residential buildings

A.A. Gulomova¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the current state of heat-insulating cellular concrete intended for individual residential buildings, as well as its physical-mechanical and thermal properties and the main development trends. The classification of cellular concrete, its role in improving the energy efficiency of buildings, and the characteristics of modern production technologies are discussed. Based on a review of recent scientific studies, the main factors affecting the properties of cellular concrete and promising directions for improving production technologies and developing resource-efficient and environmentally friendly building materials are summarized. The analysis confirms the necessity of further research aimed at developing high-performance heat-insulating cellular concrete for individual residential buildings.

Keywords: individual residential buildings, cellular concrete, foam concrete, aerated concrete, thermal insulation, energy efficiency, roof structures, thermal conductivity, physical and mechanical properties, production technology, resource efficiency, sustainable construction

Individual turar joy binolari uchun issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarning zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari

G'ulomova A.A.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada individual turar joy binolari uchun mo'ljallangan issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarning zamonaviy holati, ularning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xususiyatlari hamda rivojlanish tendensiyalari tahlil qilingan. G'ovak betonlarning tasnifi, energiya samaradorligini ta'minlashdagi o'rni va ishlab chiqarish texnologiyalarining o'ziga xos jihatlari yoritilgan. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar asosida material xossalarga ta'sir etuvchi asosiy omillar, ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish hamda resurs tejankor va ekologik xavfsiz qurilish materiallarini yaratishning istiqbolli yo'nalishlari umumlashtirilgan. Olib borilgan tahlillar individual turar joy binolarining yopma konstruksiyalari uchun yuqori samaradorlikka ega issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarni yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni yanada rivojlantirish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: individual turar joy binolari, g'ovak beton, ko'pikbeton, gazobeton, issiqlik izolyatsiyasi, energiya samaradorligi, yopma konstruksiyalari, issiqlik o'tkazuvchanligi, fizik-mexanik xossalari, ishlab chiqarish texnologiyasi, resurs tejankorlik, ekologik qurilish

1. Kirish

Qurilish sohasi iqtisodiyotning resurslarni eng ko'p iste'mol qiladigan tarmoqlaridan biri bo'lib, unda energiya samaradorligini ta'minlash masalasi zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishiga aylangan. Binolarning ekspluatatsiya davridagi energiya sarfining asosiy qismi ichki mikroiklimni me'yoriy darajada saqlashga sarflanadi. Shu sababli tashqi to'siq konstruksiyalarining issiqlik-texnik ko'rsatkichlarini yaxshilash nafaqat energiya resurslarini tejash, balki bino ekspluatatsiyasi samaradorligini oshirish, uglerod chiqindilarini kamaytirish va ekologik barqaror rivojlanishni ta'minlashning muhim shartlaridan biri hisoblanadi.

Individual turar joy binolari qurilish hajmining ortib borishi, ulardan foydalanish muddatining uzoqligi hamda

energiya iste'molining yuqoriligi mazkur obyektlarda qo'llaniladigan qurilish materiallariga yangi talablarni qo'yimoqda. Ayniqsa, tom va yopma konstruksiyalari orqali sodir bo'ladigan issiqlik almashinuvi binoning umumiy energiya balansiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Amaliy kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, issiqlik yo'qotilishining salmoqli qismi aynan ushbu konstruktiv elementlar hissasiga to'g'ri keladi. Mazkur holat yopma konstruksiyalar uchun yuqori issiqlik izolyatsiyalash xususiyatiga ega, mexanik ta'sirlarga bardoshli hamda uzoq muddat ekspluatatsiya qilinadigan materiallarni yaratishni taqozo etadi.

So'nggi yillarda yengil g'ovak betonlar energiya tejankor qurilish materiallari sifatida keng qo'llanila boshladi. Ularning past zichligi, issiqlik o'tkazuvchanligining nisbatan kichikligi, yong'inga chidamliligi va texnologik qulayligi turli konstruksiyalarda

 <https://orcid.org/0009-0008-7695-0885>



foydalanish imkoniyatini kengaytirdi. Shu bilan birga, mavjud ko'pikbeton tarkiblarining aksariyatida mustahkamlik va issiqlik izolyatsiyasi o'rtasidagi optimal muvozanatni ta'minlash, suv shimuvchanligini kamaytirish, mikrostrukturani barqarorlashtirish hamda sement sarfini qisqartirish bilan bog'liq masalalar to'liq yechim topmagan.

Qurilish materiallari texnologiyasining rivojlanishida sanoat chiqindilarini ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash alohida ilmiy ahamiyat kasb etmoqda. Metallurgiya korxonalarida hosil bo'ladigan po'lat eritish shlaki, ferritli nanoo'lchamli chiqindilar hamda organik modifikatorlardan oqilona foydalanish resurs tejamkorlikni ta'minlash bilan birga, sement kompozitsiyalarining strukturaviy shakllanishiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunday yondashuv tabiiy resurslar sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish tannaxrini pasaytirish va ekologik yuklamani qisqartirish imkonini beradi.

Jahon ilmiy maktablarida g'ovak betonlarning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xossalarini yaxshilashga qaratilgan ko'plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Mineral qo'shimchalar, nanozarrachalar, kimyoviy modifikatorlar va sanoat chiqindilarining qo'llanishi bo'yicha muayyan natijalarga erishilgan bo'lsa-da, ularning aksariyati muayyan iqlim sharoiti va xomashyo bazasiga moslashtirilgan. O'zbekiston sharoitida mavjud mahalliy resurslardan foydalanish imkoniyatlari, individual turar joy binolarining konstruktiv xususiyatlari hamda mintaqaning iqlim omillari hisobga olingan ilmiy tadqiqotlar esa hali yetarli darajada umumlashtirilmagan.

Mazkur holat individual turar joy binolarining yopma konstruksiyalari uchun mo'ljallangan issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarning zamonaviy holatini kompleks tahlil qilish, ularning rivojlanish tendensiyalarini aniqlash hamda mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilaridan foydalanishga asoslangan yangi tarkiblarni yaratishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi. Ushbu maqolada g'ovak betonlarning rivojlanish bosqichlari, ularning asosiy xossalari, qo'llanilish imkoniyatlari va istiqbolli yo'nalishlari ilmiy adabiyotlar tahlili asosida yoritilib, energiya tejamkor qurilish materiallarini yaratishning dolzarb masalalari muhokama qilinadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Qurilish tarmog'ida energiya samaradorligini oshirish masalasi alohida konstruktiv elementlarni takomillashtirish bilan cheklanmay, binoning barcha to'siq konstruksiyalarini yagona tizim sifatida baholashni talab etadi. Devorlar, tom, yopma konstruksiyalar, pol va deraza bloklarining issiqlik-texnik tavsiflari o'zaro bog'liq holda bino ichidagi mikroiqlimni shakllantiradi. Mazkur elementlar orasida yopma konstruksiyalari tashqi muhitning quyosh radiatsiyasi, atmosfera yog'inlari va mavsumiy harorat o'zgarishlariga eng ko'p duchor bo'ladigan qism hisoblanadi. Shu sababli ularning issiqlik himoyasi energiya iste'molini kamaytirishda muhim o'rinni egallaydi.

Yopma konstruksiyalar uchun qo'llaniladigan materiallar bir vaqtning o'zida bir necha funksiyani bajarishi lozim. Ular past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi, konstruktiv yuklarni qabul qila olishi, namlik ta'sirida xossalarini yo'qotmasligi hamda atmosfera omillariga nisbatan barqaror bo'lishi zarur. Mazkur talablarning barchasini bitta materialda mujassamlashtirish murakkab ilmiy va texnologik vazifa hisoblanadi. Shu sababli so'nggi

yillarda yengil g'ovak betonlarga bo'lgan qiziqish tobora ortmoqda.

Rivojlangan davlatlar tajribasi shuni ko'rsatadiki, energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan qurilish me'yorlarining takomillashuvi issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarning yangi avlodini yaratishga turtki bermoqda. Bunday materiallar nafaqat energiya sarfini kamaytiradi, balki binolarning ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartirish, ichki mikroiqlim barqarorligini ta'minlash va qurilishning ekologik samaradorligini oshirishga ham xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan g'ovak betonlarning tarkibini takomillashtirish, ularning mikrostrukturasi va fizik-mexanik xossalarini boshqarish qurilish materialshunosligining istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda.

O'zbekiston sharoitida energiya resurslaridan oqilona foydalanish bo'yicha davlat dasturlari, zamonaviy qurilish me'yorlarining joriy etilishi va energiya tejamkor uy-joylar qurilishining kengayishi issiqlik izolyatsiyalovchi qurilish materiallariga bo'lgan ehtiyojni yanada oshirmoqda. Ayniqsa, mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilaridan foydalanish asosida ishlab chiqariladigan g'ovak betonlar iqtisodiy samaradorlik bilan bir qatorda ekologik xavfsizlikni ta'minlash imkoniyatiga ham ega. Ushbu omillar individual turar joy binolarining yopma konstruksiyalari uchun mo'ljallangan yangi avlod issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarini yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni yanada dolzarb qiladi.

Qurilish materiallari texnologiyasining rivojlanishi yengil, mustahkam va yuqori issiqlik izolyatsiyalovchi xossalarga ega kompozitsion materiallarni yaratish bilan chambarchas bog'liq. G'ovak betonlar ushbu talablarga javob beruvchi materiallar guruhiga kirib, bugungi kunda fuqarolik va sanoat qurilishining turli yo'nalishlarida keng qo'llanilmoqda. Ularning asosiy afzalligi ichki tuzilishida bir tekis taqsimlangan havo g'ovaklarining mavjudligi bilan izohlanadi. Aynan ushbu g'ovaklar materialning zichligini kamaytirish bilan birga issiqlik o'tkazuvchanligini sezilarli darajada pasaytiradi.

G'ovak betonlar hosil bo'lish texnologiyasiga ko'ra bir necha turlarga ajratiladi. Amaliyotda eng ko'p tarqalgan turlari gazobeton, ko'pikbeton hamda gaz-ko'pikbeton hisoblanadi. Ularning har biri ishlab chiqarish texnologiyasi, g'ovak hosil qilish usuli, fizik-mexanik xossalari va qo'llanish sohasi bilan bir-biridan farqlanadi.

Gazobeton tarkibida g'ovaklar kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'ladi. Oqartirilgan sement qorishmasiga alyuminiy kukuni yoki boshqa gaz hosil qiluvchi komponent qo'shilganda vodorod ajralib chiqadi va material hajmi ortadi. Keyinchalik mahsulot avtoklavda yuqori bosim ostida qotiriladi. Mazkur texnologiya yuqori aniqlikdagi geometrik o'lchamlarni ta'minlashda, ishlab chiqarish uchun katta energiya sarfi va murakkab texnologik uskunalarni talab qiladi.

Ko'pikbeton esa tayyor ko'pikni sementli qorishmaga mexanik usulda aralashtirish orqali olinadi. Bunda g'ovaklar oldindan hosil qilingan ko'pik hisobiga shakllanadi. Mazkur texnologiyaning asosiy afzalligi ishlab chiqarish jarayonining soddaligi, avtoklav uskunalarini talab etmasligi hamda turli zichlikdagi mahsulotlarni olish imkoniyatidir. Shu sababli ko'pikbeton individual turar joy binolari qurilishida, ayniqsa yopma konstruksiyalar uchun istiqbolli material sifatida keng e'tibor qozonmoqda.

Gaz-ko'pikbeton texnologiyasi esa gaz hosil qilish va ko'pik hosil qilish usullarining kombinatsiyasiga asoslanadi.



Ushbu usul orqali g'ovaklarning bir tekis taqsimlanishiga erishish mumkin bo'lsa-da, texnologik jarayonning murakkabligi ishlab chiqarish tannarxining oshishiga olib keladi. Shu sababli mazkur material sanoatda ko'pikbeton va gazobetonga nisbatan kamroq qo'llaniladi.

Materialning ekspluatatsion ko'rsatkichlari faqat g'ovaklar soniga emas, balki ularning shakli, o'lchami, yopiq yoki ochiq holatda joylashganligiga ham bog'liq. Bir xil zichlikka ega ikki turdagi ko'pikbeton namunasi g'ovaklar tuzilishidagi farq sababli mutlaqo turlicha mustahkamlik va issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlarini namoyon qilishi mumkin. Shu bois zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda g'ovaklar geometriyasini boshqarish material tarkibini optimallashtirishning asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

Shunga qaramay, mavjud ko'pikbeton tarkiblarining ayrim kamchiliklari saqlanib qolmoqda. Ularga g'ovaklarning notekis shakllanishi, suv shimuvchanligining nisbatan yuqoriligi, past zichliklarda mustahkamlikning kamayishi va sement sarfining kattaligi kiradi. Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun mineral qo'shimchalar, nanomodifikatorlar va sanoat chiqindilaridan foydalanishga asoslangan yangi tarkiblarni yaratish bo'yicha tadqiqotlar tobora kengayib bormoqda.

3. Natija va muhokamalar

G'ovak betonlarning ekspluatatsion xossalari material tarkibini tashkil etuvchi komponentlar, g'ovaklar tuzilishi hamda ishlab chiqarish texnologiyasi bilan uzviy bog'liq. Bir xil zichlikka ega bo'lgan namunalar ham ichki strukturadagi farqlar sababli turlicha mustahkamlik, issiqlik o'tkazuvchanlik va suv shimuvchanligi ko'rsatkichlarini namoyon etishi mumkin. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda materialning faqat tarkibiga emas, balki mikrostrukturani shakllantiruvchi omillarga ham alohida e'tibor qaratilmoqda.

G'ovak betonning asosiy tavsiflaridan biri uning o'rtacha zichligidir. Zichlikning kamayishi odatda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining pasayishiga olib keladi, biroq bu holat materialning mexanik mustahkamligiga ham ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli issiqlik izolyatsiyasi va yuk ko'tarish qobiliyati o'rtasidagi optimal nisbatni ta'minlash g'ovak beton texnologiyasining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Materialning issiqlik o'tkazuvchanligi g'ovaklarning hajmi, shakli va o'zaro joylashuviga bevosita bog'liq. Yopiq va bir tekis taqsimlangan g'ovaklar issiqlik oqimini sezilarli darajada cheklaydi. Aksincha, yirik yoki o'zaro tutashgan g'ovaklar havo almashinuvini kuchaytirib, materialning issiqlik himoyasi xususiyatlarini pasaytirishi mumkin. Shuning uchun g'ovaklar geometriyasini boshqarish energiya samaradorligini oshirishning asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida qaraladi.

Mustahkamlik ko'rsatkichlari ko'p jihatdan sement toshining strukturasi va g'ovaklar devorining yaxlitligi bilan belgilanadi. Bog'lovchi moddaning sifatli gidratatsiyasi, mineral tarkibning bir xilligi va ichki nuqsonlarning kamayishi materialning siqilish hamda egilishdagi qarshiligini oshiradi. Shu bilan birga, g'ovaklar hajmining ortishi mustahkamlikning ma'lum darajada kamayishiga olib kelishi mumkin. Mazkur bog'liqlik ilmiy adabiyotlarda g'ovak betonlarni loyihalashning asosiy mezonlaridan biri sifatida e'tirof etiladi.

Ekspluatatsiya davrida namlik ta'siri ham muhim omillardan hisoblanadi. Suv shimuvchanligining ortishi nafaqat material massasini oshiradi, balki uning issiqlik izolyatsiyalovchi xususiyatlarini ham yomonlashtiradi. Nam muhitda g'ovaklar ichidagi havoning suv bilan almashishi issiqlik o'tkazuvchanligini oshirib yuboradi. Shu sababli g'ovak betonlarda yopiq kapillyar tuzilmani shakllantirish va namlik migratsiyasini cheklash dolzarb ilmiy masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

G'ovak betonlarning uzoq muddatli xizmat xususiyatlari tashqi muhit ta'siriga ham bog'liq. Haroratning keskin almashinuvi, muzlash-erish jarayonlari, atmosfera namligi va mexanik yuklamalar materialning strukturaviy barqarorligiga ta'sir etadi. Shu bois zamonaviy qurilish amaliyotida faqat boshlang'ich mustahkamlik emas, balki ekspluatatsiya davomida xossalarning barqaror saqlanishi ham asosiy mezonlardan biri sifatida baholanmoqda.

Keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, g'ovak betonlarning issiqlik-texnik va fizik-mexanik ko'rsatkichlari alohida omillarning emas, balki ularning o'zaro uyg'un ta'siri natijasida shakllanadi. Shu sababli materialning tarkibini tanlash, g'ovaklar strukturasi boshqarish hamda ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish kompleks yondashuv asosida amalga oshirilishi lozim.

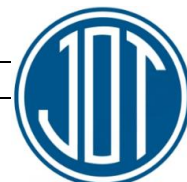
Qurilish materiallari sanoatida amalga oshirilayotgan texnologik yangilanishlar g'ovak beton ishlab chiqarish usullarining ham izchil takomillashuviga olib kelmoqda. Yangi texnologiyalar materialning fizik-mexanik xossalari yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish, energiya sarfini kamaytirish hamda mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlashga qaratilgan. Ushbu yo'nalishdagi o'zgarishlar g'ovak betonlarni nafaqat konstruktiv material, balki energiya tejankor qurilishning muhim elementi sifatida rivojlantirish imkonini bermoqda.

G'ovak beton ishlab chiqarishda avtoklavli va avtoklavsiz texnologiyalar eng ko'p qo'llaniladi. Avtoklav usuli yuqori bosim va harorat sharoitida materialning tez qotishini ta'minlab, mustahkamlik ko'rsatkichlarini oshiradi. Biroq bunday texnologiya murakkab uskunalar, katta energiya sarfi va yuqori kapital xarajatlarni talab qiladi. Shu sababli kam qavatli va individual turar joy qurilishida avtoklavsiz texnologiyalarga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda.

Avtoklavsiz ishlab chiqarish usuli texnologik jarayonning soddaligi, ishlab chiqarishni mahalliy sharoitda tashkil etish imkoniyati hamda energiya sarfining nisbatan kamligi bilan ajralib turadi. Mazkur texnologiyada mahsulot sifatini ta'minlash ko'p jihatdan qorishma tarkibi, ko'pikning barqarorligi, aralashtirish tartibi va qotish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli texnologik parametrlarni optimallashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

So'nggi yillarda raqamli texnologiyalar qurilish materiallari ishlab chiqarish jarayoniga keng joriy etilmoqda. Zamonaviy avtomatlashtirilgan dozatorlar, elektron nazorat tizimlari va kompyuterlashtirilgan boshqaruv uskunalar xomashyo sarfini aniq nazorat qilish, inson omilini kamaytirish hamda tayyor mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlash imkonini bermoqda. Bunday yondashuv ishlab chiqarishdagi texnologik xatolarni kamaytirish bilan birga iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi.

Ilmiy tadqiqotlarda g'ovak betonlarning mikrostrukturasi boshqarishga qaratilgan innovatsion usullar ham rivojlanmoqda. Aralashtirish jarayonini



takomillashtirish, ko'pik hosil qiluvchi moddalarining barqarorligini oshirish va qotish sharoitlarini optimallashtirish g'ovaklarning bir tekis shakllanishiga xizmat qiladi. Natijada materialning issiqlik o'tkazuvchanligi pasayadi, mustahkamligi va ekspluatatsion barqarorligi esa ortadi.

Qurilish sohasida "yashil texnologiyalar" tamoyillarining keng qo'llanilishi ishlab chiqarish jarayonining ekologik ko'rsatkichlarini ham muhim mezonga aylantirdi. Xomashyo sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash, energiya tejamkor uskunalardan foydalanish va karbon chiqindilarini qisqartirish zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarining ajralmas qismiga aylanmoqda. Shu jihatdan g'ovak beton ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish iqtisodiy samaradorlik bilan bir qatorda ekologik barqarorlikni ham ta'minlaydi.

Raqamlashtirish va sun'iy intellekt elementlarini ishlab chiqarishga tatbiq etish istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Matematik modellashtirish, eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish hamda tarkibni optimallashtirish algoritmlaridan foydalanish materialning zarur xossalari oldindan prognoz qilish imkonini beradi. Natijada ko'plab tajribalarni o'tkazishga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, ilmiy izlanishlarning samaradorligi esa ortadi.

Qurilish materiallari sanoatining rivojlanish istiqbollari energiya samaradorligi, ekologik xavfsizlik va resurslardan oqilona foydalanish tamoyillari bilan uzviy bog'liq. Mazkur tamoyillar issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarni takomillashtirish bo'yicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishini belgilab bermoqda. Kelgusida materiallarning nafaqat issiqlik-texnik va fizik-mexanik ko'rsatkichlarini yaxshilash, balki ularning butun hayotiy sikli davomida ekologik va iqtisodiy samaradorligini ta'minlash ustuvor vazifalardan biri bo'lib qoladi.

Ilmiy izlanishlarning muhim yo'nalishlaridan biri g'ovak beton tarkibida tabiiy resurslar ulushini kamaytirish hamda ikkilamchi xomashyodan foydalanish hisoblanadi. Sanoat korxonalarida hosil bo'ladigan mineral chiqindilar, qayta ishlangan qurilish materiallari va boshqa texnogen resurslardan foydalanish tabiiy xomashyo zaxiralari asrash bilan birga, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish imkonini beradi. Bunday yondashuv aylanma iqtisodiyot tamoyillarini qurilish materiallari sanoatiga joriy etishning muhim omili sifatida qaralmoqda.

Nanotexnologiyalarni qurilish materiallari ishlab chiqarishga tatbiq etish ham istiqbolli ilmiy yo'nalishlardan biridir. Nanoo'lchamli modifikatorlarning qo'llanilishi sement toshining mikrostrukturasi va g'ovaklar tizimini boshqarish imkonini kengaytiradi. Natijada materialning mustahkamligi, sovuqqa chidamliligi, suv shimuvchanligi va uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligini yaxshilash uchun yangi imkoniyatlar yaratilmoqda.

So'nggi yillarda qurilish materiallarini loyihalash jarayonida raqamli texnologiyalar va matematik modellashtirish usullaridan foydalanish kengaymoqda. Eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish, tarkib parametrlarini optimallashtirish va material xossalari prognozlashda sun'iy intellekt elementlarining qo'llanilishi ilmiy tadqiqotlarning aniqligi hamda samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda. Kelgusida bunday yondashuvlar g'ovak betonlarning optimal tarkibini qisqa muddatda aniqlash imkonini berishi kutilmoqda.

Qurilish sohasida uglerod neytralligi (carbon neutrality) tamoyillarining keng joriy etilishi ham yangi ilmiy

izlanishlarni talab etmoqda. Atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini kamaytirish maqsadida kam klinkerli sementlardan foydalanish, energiya tejamkor ishlab chiqarish texnologiyalarini rivojlantirish hamda ekologik xavfsiz qurilish materiallarini yaratish ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Ushbu talablar g'ovak betonlarning tarkibi va ishlab chiqarish texnologiyasini yanada takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi.

O'zbekiston qurilish sanoati ham energiya tejamkor va ekologik xavfsiz materiallarga bo'lgan ehtiyojning ortishi bilan tavsiflanadi. Mahalliy xomashyo bazasining mavjudligi, sanoat chiqindilaridan foydalanish imkoniyatlari hamda zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarining bosqichma-bosqich joriy etilishi issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarni yanada rivojlantirish uchun qulay sharoit yaratmoqda. Shu bilan birga, mahalliy iqlim sharoitlariga mos tarkiblarni ishlab chiqish, ularning uzoq muddatli ekspluatatsion xossalari baholash va amaliy qo'llash bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Keltirilgan yo'nalishlar shuni ko'rsatadiki, issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlarni rivojlantirish faqat yangi tarkiblar yaratish bilan cheklanmaydi. Materialning butun hayotiy sikli davomida energiya samaradorligini ta'minlash, ishlab chiqarishning ekologik ta'sirini kamaytirish va raqamli texnologiyalarni keng qo'llash kelgusidagi ilmiy izlanishlarning asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

4. Xulosa

Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, issiqlik izolyatsiyalovchi g'ovak betonlar individual turar joy binolarining energiya samaradorligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Ularning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xossalari material tarkibi, g'ovaklar tuzilishi hamda ishlab chiqarish texnologiyasiga bevosita bog'liq. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar g'ovak betonlarning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash, resurs tejamkor texnologiyalarni qo'llash va ekologik xavfsiz materiallar yaratishga qaratilgan. Shu bois ushbu yo'nalishdagi ilmiy izlanishlarni rivojlantirish energiya tejamkor qurilish materiallarini yaratishning muhim shartlaridan biri hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. QMQ 2.01.04-2018. Qurilish issiqlik texnikasi. – Toshkent, 2018.
- [2] Neville A.M. Properties of Concrete. 5th ed. – Harlow: Pearson Education Limited, 2011. – 846 p.
- [3] Ramachandran V.S., Beaudoin J.J. Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology. – William Andrew Publishing, 2001. – 992 p.
- [4] Jones M.R., McCarthy A. Preliminary views on the potential of foamed concrete as a structural material. Magazine of Concrete Research, 2005, Vol. 57, No. 1, pp. 21–31.
- [5] Amran Y.H.M., Farzadnia N., Ali A.A.A. Properties and applications of foamed concrete: A review. Construction and Building Materials, 2015, Vol. 101, pp. 990–1005.



[6] Hilal A.A., Thom N.H., Dawson A.R. On entrained pore size distribution of foamed concrete. *Construction and Building Materials*, 2015, Vol. 75, pp. 227–233.

[7] Narayanan N., Ramamurthy K. Structure and properties of aerated concrete: A review. *Cement and Concrete Composites*, 2000, Vol. 22, No. 5, pp. 321–329.

[8] Kearsley E.P., Wainwright P.J. The effect of high fly ash content on the compressive strength of foamed concrete. *Cement and Concrete Research*, 2001, Vol. 31, No. 1, pp. 105–112.

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

G'ulomova
Aziza
Abdumo'min
qizi / Aziza
Gulomova

Toshkent davlat transport
universiteti "Bino va inshootlar
qurilishi" kafedrası tayanch
doktaranti.

E-mail:

aziza8088gulomova@gmail.com

Tel.: +99891 591 67 88

<https://orcid.org/0009-0008-7695-0885>



A. Gulomova

Current state and development prospects of heat-insulating cellular concrete for individual residential buildings.....115

F. Usarkulova, E. Abdurahmanova, M. Botirov

Regression model of service system optimization based on digitalization.....120

E. Abdurahmanova, F. Usarkulova, M. Botirov

Mathematical modeling and artificial intelligence methods for oil filtration processes in multilayer porous media: An analytical review.....124