

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**  
**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI URGANCH DAVLAT**  
**UNIVERSITETIDA 15-16-SENTABR**

**“QURILISH VA ARXITEKTURA SOHASIDAGI INNOVATSION**  
**G‘OYALAR, INTEGRATSIYA VA TEJAMKORLIK” MAVZUSIDAGI**  
**RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY VA ILMIY-TEXNIK**  
**KONFERENSIYA MATERIALLARI**

**2-qism**

**“INNOVATIVE IDEAS, INTEGRATION, AND ECONOMY IN THE**  
**FIELD OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE”**  
**SCIENTIFIC AND PRACTICAL REPUBLICAN CONFERENCE**

**РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ**  
**КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ, ИНТЕГРАЦИЯ И**  
**ЭКОНОМИКА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»**

**URGANCH-2025**

## **TASHKILIY QO‘MITASI:**

### **RAIS:**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti rektori v.v.b.,  
professor - **S.U. Xodjaniyazov**

### **HAMRAISLAR:**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti ilmiy ishlar va  
innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **Z.Sh. Ibragimov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti xalqaro hamkorlik  
bo‘yicha prorektori, f-m.f.d., professor - **G‘.U. Urazboyev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Texnika fakulteti  
dekani, f-m.f.n., dotsent - **M.Q. Qurbanov**

Toshkent davlat transport universiteti, Avtomobil yo‘llari muhandisligi  
fakulteti dekani, t.f.d., professor - **A.X. Urokov**

Xorazm viloyati Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi boshqarmasi, Urganch  
tuman bosh arxitektori - **R.B. Matmurotov**

### **ILMIY KOTIB:**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, “Qurilish”  
kafedrası dotsenti, PhD - **A.A. Qutlijev**

## **TASHKILIY QO‘MITA A‘ZOLARI:**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti yoshlar masalalari  
va ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **D.I. Ibadullayev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti moliya-iqtisod  
ishlari bo‘yicha prorektori - **A.Atajanov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Qurilish”  
kafedrası mudiri, t.f.n., dots. – **Q.K. Axmedov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Arxitektura”  
kafedrası mudiri **R.Q. Palvanov**

t.f.d., prof., R. Raximov, t.f.d., prof., B.Raxmonov, t.f.n., dots., K.Kuryozov, i.f.n., dots., N. Sattorov, a.f.n., dots., M. Setmamatov, a.f.f.d., dots., S. Atoshev, a.f.f.d., Sh. Abdullayeva, dots., Sh. Xo‘janiyozov, t.f.f.d., S. Sultanova, A. Atamuratov, A. Seyitniyozova, N. Kariyeva, S. Rajabov, S. Yusufov, A. Sobirov, X. Madirimov, X. Radjabov, I. Bekturdiyev, B. Radjapov, A. Xodjayazov, A. Matkarimov, M. Djumanazarova, R. Nafasov, Sh. Navruzov, Y. Tadjiyev, R. Sovutov, A. Samandarov, L. Yusupova, Sh. Masharipov, H. Bekchanov, D. Shalikaeva, S. Nurmuhammedov, I. Matnazarov, Q. Soburov, K. Yuldashev, A. Bobojonov, Sh. Nurimetov, H. Masharipova, S. Qurambayev, M. Ashurova, A. Shomurotov.

### **ILMIY-TEXNIK ANJUMAN DASTURIY QO‘MITASI:**

Rais: “ARXITEKTURA, QURILISH, DIZAYN” ilmiy-amaliy jurnalining bosh muharriri, i.f.d., prof. **Nurimbetov Ravshan Ibragimovich**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universitetida 2025 yil 15-16-sentabr kunlari “Qurilish va arxitektura sohasidagi innovatsion g‘oyalar, integratsiya va tejamkorlik” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari kiritilgan.

To‘plamga kiritilgan maqolalar mazmuni, ilmiy salohiyati va keltirilgan dalillarning haqqoniyligi uchun mualliflar mas’uldirlar.

## ADABIYOTLAR

1. Любишина, С.А. Современные строительные материалы: учебно-методическое пособие / С.А. Любишина. – Калининград: КГТУ, 2023. – 112 с.
2. Перфилова, Н.А. Наноструктурированные строительные материалы: учебник для вузов / Н.А. Перфилова, А.В. Шестоперов, И.В. Глушков. – Красноярск: СФУ, 2024. – 284 с.
3. Угольников, А.В. Электроматериаловедение: учебник для СПО / А.В. Угольников. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 256 с.
4. Елистратов, В.Н. Инновационные цементные композиционные материалы: учебное пособие / В.Н. Елистратов, Н.А. Елистратов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 220 с.

## UCHUVCHAN KUL ASOSIDA TAYYORLANGAN GEOPOLIMER BETON

t.f.d. prof. <sup>1</sup>Ilyasov Allanazar Torexanovich, tayanch doctorant <sup>2</sup>Nazibekov

Azamat Kuatbayevich, talaba 1Begjanov Timur Iqlas uli

<sup>1</sup>Qoraqalpoq davlat universiteti

<sup>2</sup>Toshkent davlat transport universiteti

### Annotatsiya

Maqolada uchuvchan kul asosida geopolimer beton ishlab chiqarishning ilmiy asoslari ko'rib chiqildi. An'anaviy portland sement ishlab chiqarish jarayonida katta miqdorda CO<sub>2</sub> chiqindilari ajralib chiqishi sababli ekologik muqobil materiallarni yaratish dolzarb masalaga aylandi. Geopolimer beton bunday materiallardan biri bo'lib, uning tarkibi uchuvchan kul, ishqorli aktivatorlar (NaOH va Na<sub>2</sub> SiO<sub>3</sub>) hamda qum-shag'al kabi to'ldiruvchilardan iborat. Maqolada geopolimer betonning portland sement betondan farqlari, mexanik va iqtisodiy afzalliklari tahlil qilindi. Xususan, siqilishga mustahkamlik ko'rsatkichlari qotish harorati va qotish vaqtiga bog'liqligi o'rganildi. Natijalar geopolimer betonning ekologik jihatdan toza, iqtisodiy samarali va yuqori mustahkamlikka ega qurilish materiali sifatida istiqboli yuqori ekanini ko'rsatadi.

### Kalit so'zlar

Geopolimer beton, uchuvchan kul, ishqorli aktivator, siqilishga mustahkamlik, qotish harorati, qotish vaqti, ekologik qurilish materiallari.

So‘nggi yillarda qurilish sanoatida ekologik muammolar, energiya tejamligi va barqaror rivojlanish masalalari kun tartibida eng muhim masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. An‘anaviy qurilish materiallari, xususan portland sement asosidagi betonlar, sanoatda eng ko‘p ishlatiladigan material bo‘lsa-da, ularning ishlab chiqarilishi katta miqdorda tabiiy resurslar sarfi va atrof-muhitga zarar yetkazuvchi chiqindilar hosil bo‘lishiga olib keladi [1]. Shu bois sement ishlab chiqarishga muqobil, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali materiallarni yaratish bugungi kunning dolzarb vazifasiga aylangan.

Geopolimer beton ana shunday istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi. U an‘anaviy betondan farqli o‘laroq, gidratatsiya reaksiyalari asosida emas, balki ishqorli faollashtirish va geopolimerizatsiya jarayonlari natijasida qotadi [2]. Uning asosiy xom ashyosi sifatida sanoat chiqindilari – uchuvchan kul, domna shlaki va metakaolin kabi aluminosilikatlarga boy materiallardan foydalaniladi. Bu esa, bir tomondan, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik muammolarni kamaytiradi, ikkinchi tomondan, xom ashyo tannarxini arzonlashtiradi.

Uchuvchan kul asosida tayyorlangan geopolimer beton nafaqat ekologik, balki texnik-iqtisodiy afzalliklarga ham ega. Uning mustahkamlik, sovuqqa chidamlilik, issiqlikka bardoshlilik va agressiv muhitlarga qarshi turg‘unligi portland sement betondan yuqoriligi tobora o‘z ifodasini topmoqda. Shu sababli so‘nggi yillarda geopolimer beton yo‘l qurilishida, yirik inshootlar, gidrotexnika va sanoat obyektlarida keng o‘rganilmoqda.

Shuningdek, geopolimer beton ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan ishqorli aktivatorlar ( $\text{NaOH}$  va  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) aralashmasi tarkibidagi eritmalar turli nisbatlarda qo‘llanib, betonning qotish tezligi, zichligi va siqilishga mustahkamligi ustidan nazoratni ta‘minlash imkonini beradi. Qotish jarayonida harorat va vaqt omillari muhim rol o‘ynaydi: ma‘lum diapazondagi issiq muhitda qotirilgan namunalar qisqa muddatda yuqori mexanik xususiyatlarga erishishi mumkin.

Geopolimer betonning eng asosiy farqi uning tarkibida portland sement bo‘lmasligidir. An‘anaviy beton portland sement asosida ishlab chiqariladi va bu jarayon katta miqdorda energiya talab qiladi hamda  $\text{CO}_2$  chiqindisini yuzaga

keltiradi. Sement ishlab chiqarish sanoati global karbonat angidrid emissiyasining qariyb 7–8 % ini tashkil etadi [1]. Shu sababli, sement ishlab chiqarishni kamaytirish yoki uning o‘rnini bosuvchi materiallarni izlash ekologik barqarorlik uchun muhimdir.

Geopolimer beton tarkibida esa uchuvchan kul, shuningdek shlak va boshqa sanoat chiqindilari ishlatiladi. Bunday chiqindilar odatda ko‘mir yoqilganda hosil bo‘ladigan qo‘shimcha mahsulot bo‘lib, ularni qurilishda qayta ishlatish chiqindini kamaytiradi va iqtisodiy jihatdan ham foydali hisoblanadi. Bundan tashqari, geopolimer beton kimyoviy tarkibi tufayli sulfat, kislota va boshqa agressiv muhitlarga nisbatan portland sement betoniga qaraganda ancha bardoshlidir [3].

Mexanik xususiyatlar nuqtai nazaridan ham geopolimer beton afzalroqdir. Uning siqilishga mustahkamligi ko‘pincha 70–100 MPa gacha yetadi, oddiy sement beton esa 30–50 MPa diapazonda bo‘ladi. Shu sababli, yuqori yuklama tushadigan inshootlarda geopolimer betonni ishlatish ko‘proq maqsadga muvofiq.

Iqtisodiy jihatdan qaraganda, geopolimer beton uchun asosiy xom ashyo sanoat chiqindisi bo‘lgani sababli, uning tannarxi sement betoniga qaraganda arzonroq bo‘lishi mumkin. Biroq, ayrim hollarda ishqorli aktivatorlarning (masalan, natriy gidroksid va natriy silikat) narxi hisobiga umumiy xarajat oshishi mumkin. Shunga qaramay, uzoq muddatga chidamliligi, past ta‘mirlash xarajatlari va ekologik ustunliklari hisobga olinsa, geopolimer betonning iqtisodiy samaradorligi yuqori bo‘lib chiqadi.

Shunday qilib, geopolimer beton an‘anaviy betoniga qaraganda ekologik, mexanik va iqtisodiy afzalliklarga ega bo‘lib, zamonaviy qurilish materiallari ichida muqobil va istiqbolli variant sifatida qaralmoqda. Quyidagi jadval orqali geopolimer va a oddiy portlandsement betonning asosiy farqlari, xususiyatlari va iqtisodiy jihatlari yaqqol ko‘rinadi.

1-jadval

Geopolimer beton hamda oddiy portlandsement betonining o‘ziga xos  
xususiyatlari

| <b>Xususiyat</b>            | <b>Geopolimer beton</b>                            | <b>Portland sement betoni</b>                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Asosiy xom ashyo            | Uchuvchan kul + ishqorli aktivatorlar              | Sement                                               |
| Atrof-muhitga ta'siri       | CO <sub>2</sub> chiqishi 40–80% kamaygan           | Yuqori CO <sub>2</sub> emissiya                      |
| Siqilishga mustahkamligi    | 70–100 MPa gacha yetishi mumkin                    | Turli, lekin odatda 30–50 MPa standart tiplar uchun  |
| Kimyoviy chidamlilik        | Yuqori, kislota va sulfatga bardoshli              | Pastroq chidamlilik                                  |
| Qurilish vaqti va harakati  | Tez, issiq havoda bir necha soatdan qota boshlaydi | An'anaviy, ko'p vaqt talab qiladi                    |
| Narx/iqtisodiy samaradorlik | Xom ashyoning arzonligi tufayli arzonroq           | Sement narxlari doimiy, yuqori energiya talab qiladi |

### **1 Geopolimer betonning siqilishga mustahkamlik**

Uchuvchan kul asosidagi geopolimer beton sinovlarida siqilishga mustahkamligi 70–100 MPa oralig'ida bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, yuqori haroratlarda ham (masalan, 800 °C gacha) 90 % dan ortiq kuchni saqlab qolishi kuzatilgan.

### **2 Geopolimer betonning tarkibi va uning xususiyatlari**

Geopolimer beton tarkibi:

**Uchuvchan kul** – aluminosilikatlar manbai.

**Ishqorli aktivatorlar** – odatda NaOH (natriy gidroksid) va Na<sub>2</sub> SiO<sub>3</sub> (natriy silikat) aralashmasi.

**To'ldiruvchilar** – qum va shag'al, an'anaviy betonga o'xshash.

Tarkibdagi aktivator miqdori (masalan, molyar NaOH darajasi yoki  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$  nisbati) va suv/bog'lovchi material nisbati siqilishga mustahkamlikka sezilarli ta'sir ko'rsatadi [4].

### **3 Geopolimer betonning qotish vaqti va qotish harorati**

Geopolimer betonning siqilishga mustahkamligi ko'p jihatdan uning qotish vaqti va qotish harorati bilan belgilanadi. Oddiy portland sement betoni odatda xona haroratida qotadi va kuchini 28 kun ichida bosqichma-bosqich to'liq hosil qiladi. Geopolimer beton esa boshqacha xususiyatga ega — u ishqorli muhitda polimerlashuv jarayonini kechiradi va bunda harorat muhim rol o'ynaydi.

Tadqiqotlar ko'rsatishicha, geopolimer beton xona haroratida ham qotishi mumkin, ammo bunda dastlabki kuchlanish nisbatan sekin rivojlanadi. Agar beton 60–90 °C oralig'idagi haroratlarda maxsus pechlarda yoki issiq muhitda qotirilsa, u ancha tez va yuqori mustahkamlikka erishadi [5]. Masalan, 60 °C haroratda bir necha soat ichida 20–30 MPa kuch hosil qilinishi mumkin. Shu bilan birga, uzoq muddatli (28 kunlik) qotish natijasida mustahkamlik 70–100 MPa gacha ko'tarilishi qayd etilgan.

Geopolimer betonning dastlabki qotish vaqti odatda portland sement betoniga qaraganda qisqaroq bo'ladi. Bu esa tez qurilish ishlari uchun qulaylik yaratadi. Lekin qotish jarayonini nazorat qilishda ishqorli eritmalar konsentratsiyasi, aralashma tarkibi va suv/bog'lovchi material nisbati ham katta rol o'ynaydi. Agar harorat juda past bo'lsa, polimerizatsiya sekinlashadi, natijada betonning dastlabki mustahkamligi yetarli darajada shakllanmay qolishi mumkin.

Umuman olganda, geopolimer betonning qotish vaqti va harorati uning yakuniy mexanik xususiyatlarini belgilab beradi. Shuning uchun sanoat amaliyotida haroratni 60–80 °C diapazonda ushlab turish optimal hisoblanadi. Bu sharoitda beton tezroq qotadi, yuqori siqilishga mustahkamlikka ega bo'ladi va uzoq muddatli chidamlilikni ta'minlaydi. Quyidagi jadvalda esa geopolimer betonning qotish vaqti va haroratining siqilishga mustahkamligiga ta'sirini ko'rish mumkin.

2-jadval



Geopolimer betonning siqilishga mustahkamligiga qotish vaqti va haroratning ta'siri

| <b>Qotish harorati (°C)</b> | <b>Qotish vaqti</b> | <b>Siqilishga mustahkamlik (MPa)</b> |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 20 °C (xona harorati)       | 4 soat              | Taxminan 20 MPa                      |
| 20 °C                       | 28 kun              | 70–100 MPa                           |
| 60–90 °C                    | 2-4 soat            | Taxminan 30 MPa                      |
| 60–90 °C                    | 7 kun               | 70–90 MPa                            |

### **Xulosa**

Geopolimer beton, xususan uchuvchan kul asosidagi variant, an'anaviy portland sement betoniga nisbatan ekologik, mexanik va iqtisodiy jihatdan bir qator afzalliklarga ega. Asosan:

- CO<sub>2</sub> chiqindisini sezilarli darajada kamaytiradi.
- Siqilishga mustahkamlik yuqori — 70–100 MPa gacha erishiladi.
- Qotish sharoitlari (harorat va vaqt) bilan nazorat orqali strukturaviy kuchni optimallashtirish mumkin.
- Yuqori haroratlarda ham kuchni saqlab qolishga qodir.
- Tarkibdagi materiallar — uchuvchan kul va ishqorli aktivatorlar — ham ekologik, ham iqtisodiy jihatdan ustun bo'lishi aniqlandi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Malhotra, V. M., "Introduction: Sustainable Development and Concrete Technology," *Concrete International*, V. 24, No. 7, July 2002, p. 22.
2. Davidovits, J., "Chemistry of Geopolymeric Systems, Terminology," *Geopolymer '99 International Conference*, France, 1999, pp. 9-40.
3. Malhotra, V. M., "High-Performance High-Volume Fly Ash Concrete," *Concrete International*, V. 24, No. 7, July 2002, pp. 1-5.

4. Barbosa, V. F. F.; MacKenzie, K. J. D.; and Thaumaturgo, C., "Synthesis and Characterization of Materials Based on Inorganic Polymers of Alumina and Silica: Sodium Polysialate Polymers," *International Journal of Inorganic Materials*, V. 2, No. 4, 2000, pp. 309-317.
5. van Jaarsveld, J. G. S.; van Deventer, J. S. J.; and Lukey, G. C., "The Effect of Composition and Temperature on the Properties of Fly Ash and Kaolinite-Based Geopolymers," *Chemical Engineering Journal*, V. 89, No. 1-3, 2002, pp. 63-73.

## **“PERLIT VA VERMIKULITDAN TAYYORLANGAN ISSIQLIKNI SAQLOVCHI MATERIALLAR”**

<sup>1</sup>Ilyasov Allanazar Torexanovich, <sup>1</sup>Lepesbaeva Paruaz Dauletbay qizi

<sup>2</sup>Auezbaev Raman Muratbay ug'li <sup>1</sup>Qoraqalpoq davlat universiteti

<sup>2</sup>Toshkent davlat transport universiteti

### **Annotatsiya:**

Issiqlik izolyatsiya materiallarini ishlab chiqarishda tabiiy minerallardan foydalanish zarurati va imkoniyati ko'rsatilgan bo'lib, bu ham ekologik, ham iqtisodiy nuqtai nazardan maqsadga muvofiqdir. Vermikulit va perlit asosida ekspluatatsion xususiyatlari yaxshilangan issiqlik izolyatsiyalovchi materiallar taklif etilmoqda. Yaratilayotgan materiallar va ularni olish texnologiyalari energiya va resurslarni tejash, biosferaga moslik va yong'indan himoyalash mezonlariga javob beradi, shu bilan bir vaqtda issiqlik-fizik xususiyatlarini ham yaxshilaydi.

### **Kalit so'zlar**

perlit; vermikulit; suyuq shisha; istiqbolli qurilish materiallari; ekspluatatsion xususiyatlari.

Yuqori samarali issiqlik izolyatsiyalovchi materiallarni yaratish zamonaviy **qurilish materialshunosligining** eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Biroq, bu masala hali to'liq yechimini topmagan bo'lib, unga bag'ishlangan yangi tadqiqotlar muntazam ravishda chop etilmoqda. Hozirgi kunga qadar barcha zamonaviy talablarga javob beradigan mukammal materialni ishlab chiqish imkoni bo'lmadi. Chunki **tarkib – tuzilma – xususiyatlar – tashkilot – vazifa – xatti-harakat** kabi mezonlar zanjirida kamida bittasi doim izchillikka mos kelmagan.