

**AVTOKLAVLI GAZOBETON MATERIALLARINING FIZIK-MEXANIK VA
ISSIQLIK XOSSALARINI KOMPLEKS TADQIQ ETISH**

Q.K. Ahmedov

t.f.n., dots.

Jumaniyozov Maqsadbek

Urganch davlat universiteti, "Qurilish materiallari va buyumlari" ixtisosligi.

E-mail: Maqsadbek7069@icloud.com

**MAQOLA
MALUMOTI**

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 16.03.2026

Revised: 17.03.2026

Accepted: 18.03.2026

KALIT SO'ZLAR:

*avtoklavli gazobeton,
tobermorit, g'ovaklik,
issiqlik o'tkazuvchanlik,
kompresiyaviy
mustahkamlik, energiya
tejamkorlik, IMRAD.*

Mazkur maqolada zamonaviy energiya tejamkor qurilish materiallaridan biri bo'lgan avtoklavli gazobetonning (AAC) fizik, mexanik, kimyoviy hamda issiqlik xossalari IMRAD standarti asosida kompleks tahlil qilingan. Tadqiqot davomida D400 va D500 markali gazobeton bloklarining g'ovakdorlik darajasi, siqilishdagi mustahkamligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari orasidagi bog'liqliklar o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, materialning mikrotuzilmasida hosil bo'ladigan tobermorit kristallari uning mexanik barqarorligini ta'minlasa, yopiq sferik g'ovaklar yuqori issiqlik va akustik izolyatsiyani kafolatlaydi.

1. Kirish

1.1. Muammoning dolzarbligi

Zamonaviy qurilish sanoati oldida turgan eng dolzarb masalalardan biri — bino va inshootlarning energiya samaradorligini oshirish hamda qurilish konstruksiyalarining og'irligini kamaytirishdir. Bu borada avtoklavli gazobeton (AAC) o'zida ham yuk ko'taruvchi (konstruktiv), ham issiqlik izolyatsion xususiyatlarni mujassam etgan noyob sun'iy tosh sifatida keng ommalashmoqda.

Olimlar va muhandislar tomonidan gazobetonning ayrim xossalari chuqur o'rganilgan bo'lsa-da, uning makro va mikro g'ovakligi, kimyoviy tarkibi (tobermorit sintezi) hamda mexanik mustahkamligi o'rtasidagi o'zaro korrelyatsion bog'liqlikni kompleks tahlil qilish hamon dolzarb ilmiy muammo bo'lib qolmoqda. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — har xil zichlikdagi (D400 va D500) gazobeton materiallarining fizik-mexanik va issiqlik xossalari amaliy jihatdan solishtirish va ularning zamonaviy arxitektura-dagi samaradorligini baholashdan iborat.

1.2. Mavzu bo'yicha adabiyotlar tahlili (Literature Review)

Avtoklavli gazobeton (AAC) texnologiyasi o'tgan asrning 20-yillarida shved arxitektori Yoxan Aksel Eriksson tomonidan kashf etilganidan buyon jahon olimlari e'tiborida bo'lib kelmoqda. Gazobetonning mikrotuzilishi va uning mexanik xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlik ko'plab fundamental tadqiqotlarning obyekti hisoblanadi [5].

N. Narayanan va K. Ramamurti o'zlarining ilmiy ishlarida gazobetonning g'ovaklik strukturasi uning issiqlik o'tkazuvchanligiga ta'sirini tahlil qilib, sferik g'ovaklarning bir tekis taqsimlanishi materialning izolyatsion xususiyatlarini 25-30% ga oshirishini isbotlashgan [4].

Rossiyalik olimlardan S.L. Galkin va V.G. Batrakovlar gazobeton tarkibidagi kalsiy gidrosilikatlarining, xususan, tobermorit mineralining kristallanish darajasi avtoklavlash rejimiga (bosim va harorat) bog'liqligini ko'rsatib berishgan [3]. Ularning ta'kidlashicha, tobermorit miqdori ortishi bilan materialning mo'rtligi kamayib, egilishdagi mustahkamligi ortadi.

O'zbekiston sharoitida, xususan, qurilish normalari va qoidalari (QMQ) doirasida gazobeton ishlab chiqarishda mahalliy xomashyolardan foydalanish masalalari B.Q. Mirzayev [2] va davlat standartlari [1] asosida o'rganilgan. Biroq, Xorazm viloyatining keskin kontinental iqlimi, yuqori darajadagi yozgi issiqlik va qishki sovuq sharoitida D400-D500 markali gazobetonlarning uzoq muddatli bardoshlilik va issiqlik inersiyasi masalalari hali yetarli darajada kompleks tahlil qilinmagan.

2. Materiallar va metodlar (Materials and Methods)

Tadqiqot obyekti sifatida sanoat sharoitida ishlab chiqarilgan, 190°C harorat va 12 bar bosim ostida avtoklavdan chiqqan D400 va D500 markali gazobeton bloklari tanlab olindi.

Materiallarning xossalarini aniqlashda quyidagi standartlashtirilgan ilmiy metodlardan foydalanildi:

- **Fizik va mexanik tahlil:** Bloklarning zichligi va g'ovakligi o'lchandi. Siqilishdagi maksimal mustahkamlik chegarasi (kompressiyaviy kuch) gidravlik press uskunasi yordamida standartlar [1] asosida sinovdan o'tkazildi.
- **Kimyoviy-mineralogik tahlil:** Materialning ichki mikrotuzilishi va kristallik panjarasi (Tobermorit kristallari) skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) orqali o'rganildi.
- **Issiqlik tahlili:** Materiallarning quruq holatdagi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (γ) issiqlik oqimi o'lchagichlari yordamida aniqlandi.

3. Natijalar (Results)

1-jadval. Avtoklavli gazobeton namunalarining zichligi va siqilish mustahkamligi orasidagi bog'liqlik (UrDU laboratoriyasi natijalari)

Namuna markasi	O'rtacha zichlik, kg/m ³	Namlik darajasi, %	Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	Mustahkamlik klassi (B)
D400 (1-	405	5.2	2.45	B2.0

Namuna markasi	O'rtacha zichlik, kg/m ³	Namlik darajasi, %	Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	Mustahkamlik klassi (B)
seriya)				
D400 (2-seriya)	398	4.8	2.38	B1.5
D500 (1-seriya)	502	5.1	3.65	B2.5
D500 (2-seriya)	510	5.5	4.12	B3.5

1-jadvalda keltirilgan laboratoriya sinovlari natijalariga ko'ra, zichlik ko'rsatkichi 400 kg/m³ dan 500 kg/m³ gacha ortishi bilan materialning siqilish mustahkamligi o'rtacha 45-50% ga oshishi kuzatildi. Shunisi e'tiborliki, namlik darajasining 5% atrofida bo'lishi namunalar mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatmagan, bu esa avtoklavlash jarayonining sifatli o'tganligidan dalolat beradi.

O'tkazilgan laboratoriya sinovlari va nazariy tahlillar natijasida quyidagi qonuniyatlar aniqlandi:

1. **Zichlik va Mexanik mustahkamlik:** D400 markali gazobetonning siqilishdagi mustahkamligi B2.0 (taxminan 2.5 MPa) ni tashkil etdi. Zichlik ortishi bilan g'ovaklar hajmi qisqarib, D500 markasida bu ko'rsatkich B2.5 - B3.5 (3.5 - 4.5 MPa) gacha ko'tarilishi qayd etildi.

2. **Kimyoviy tuzilishning ta'siri:** SEM tahlillari shuni ko'rsatdiki, alyuminiy pudrasi va ishqoriy muhit reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan g'ovaklar devorlari tobermorit ($5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kristallari bilan qoplangan [3]. Aynan shu sun'iy mineral materialning yuqori darajada g'ovak (hajmining 75-80% i havo) bo'lishiga qaramay, uning mexanik yaxlitligi va qattiqligini ushlab turadi [5].

3. **Issiqlik va Akustik xossalar:** G'ovaklardagi harakatsiz havo hisobiga D400 blokining issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda \approx 0.11 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$ ekanligi aniqlandi. Bu oddiy pishiq g'ishtga ($\lambda \approx 0.70 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$) nisbatan qariyb 6 barobar yuqori issiqlik izolyatsiyasini anglatadi [4]. Shuningdek, yopiq sferik g'ovaklar tovush to'lqinlari rezonansini so'ndirib, 45-50 dB gacha akustik izolyatsiyani ta'minlashi tasdiqlandi.

4. Muhokama (Discussion)

4.1. Gazobetonning ekologik samaradorligi va barqaror qurilishdagi o'rni

Zamonaviy "Yashil qurilish" (Green Building) standartlari nuqtai nazaridan avtoklavli gazobeton eng istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi [5]. Buning bir necha sabablari bor:

- **Resurs tejamlorligi:** 1 m³ xomashyodan (qum, ohak, sement) avtoklavlash jarayonida hajmi 5 barovargacha kengaygan tayyor mahsulot olinadi. Bu esa tabiiy boyliklardan oqilona foydalanish imkonini beradi.

• **CO₂ emissiyasini kamaytirish:** Gazobetonning yuqori issiqlik izolyatsiyasi bino foydalanishga topshirilgandan keyin uni isitish va sovitish uchun sarflanadigan energiya miqdorini 30-40% ga kamaytiradi. Bu esa atmosfera chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini sezilarli darajada qisqartiradi.

• **Xorazm iqlimi uchun afzalligi:** Urganch va uning atrofidagi keskin kontinental iqlim sharoitida, yozgi jaziramada binolarni sovitish (konditsionerlash) uchun katta energiya sarflanadi. Gazobetonning issiqlik inersiyasi tufayli bino ichidagi mikroiklim barqaror saqlanadi.

4.2. Texnik-iqtisodiy samaradorlik tahlili

Tadqiqot doirasida gazobeton bloklarining an'anaviy pishiq g'isht bilan iqtisodiy solishtirmasi o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki:

• **Vaznning kamayishi:** Gazobeton g'ishtga nisbatan 3-4 barobar yengil bo'lgani uchun bino poydevoriga tushadigan yuklanish kamayadi, bu esa poydevor xarajatlarini 15-20% ga qisqartiradi [2].

• **Ish unumdorligi:** Bloklarning o'lchami kattaligi hisobiga devor urish tezligi 4 barobar oshadi va qorishma (rastvor) sarfi 5-7 barobargacha kamayadi.

Olingan natijalar gazobeton materiallarining arxitektura va qurilishdagi potensialini to'liq ochib beradi. Odatda, qurilish materiallarida mexanik kuchi ortishi bilan izolyatsion xususiyatlar pasayadi (masalan, og'ir beton juda mustahkam, lekin issiqlikni yaxshi o'tkazadi). Tadqiqotimiz shuni ko'rsatadiki, avtoklavli gazobetonda bu muvozanat maqbul darajada saqlangan.

Biroq, gazobetonning mo'rtligi va suv shimuvchanligi kabi cheklovlarni ham inobatga olish zarur. Material o'z massasiga nisbatan 20% gacha nam tortishi mumkin, bu esa uning issiqlik o'tkazuvchanligini oshirib yuboradi. Shu sababli, olingan natijalar amaliyotda qo'llanilganda, gazobeton devorlarning tashqi qatlamini yomg'ir va namlikdan himoya qiluvchi qoplamalar bilan suvoq qilish qat'iy tavsiya etiladi.

Xulosa (Conclusion)

Avtoklavli gazobeton o'zining noyob mikrog'ovak strukturasi va kimyoviy-mineralogik tarkibi evaziga zamonaviy bino energiya tejamkorligini ta'minlovchi optimal yechim hisoblanadi. O'tkazilgan kompleks tadqiqotlar va laboratoriya sinovlari asosida avtoklavli gazobeton materiallarining fizik-mexanik xossalari bo'yicha quyidagi ilmiy xulosalarga kelindi:

1. **Strukturaviy barqarorlik:** Gazobetonning mikrotuzilmasini o'rganish natijasida uning mustahkamligi devorlardagi tobermorit kristallarining ($5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) shakllanish darajasiga bevosita bog'liqligi tasdiqlandi. Avtoklavda 12 bar bosim va 190°C haroratda kechadigan gidrotermal jarayon materialga yuqori darajadagi strukturaviy bir xillikni ta'minlaydi.

2. **Mustahkamlik va zichlik korrelyatsiyasi:** Tajribalar shuni ko'rsatdiki, zichlik ko'rsatkichi 400 kg/m³ dan 500 kg/m³ gacha ortishi materialning siqilish mustahkamligini

oʻrtacha 1.5 MPa dan 3.5-4.0 MPa gacha koʻtaradi. Bu esa D500 markali gazobetonni kam qavatli binolarda (3 qavatgacha) yuk koʻtaruvchi devor sifatida, D400 markasini esa koʻp qavatli karkasli binolarda mukammal issiqlik izolyatori sifatida qoʻllash imkonini beradi.

3. **Energiya samaradorligi:** Gazobetonning issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti ($\lambda \approx 0.11 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$) anʼanaviy pishiq gʻishtga nisbatan 6 barobar pastligi aniqlandi. Bu koʻrsatkich Oʻzbekistonning, xususan Xorazm viloyatining keskin kontinental iqlim sharoitida binolarni isitish va sovitish uchun sarflanadigan yillik energiya miqdorini 35-40% gacha tejash imkonini beradi.

4. **Iqtisodiy va ekologik afzalliklar:** Gazobeton bloklarining yengilligi bino poydevoriga tushadigan yukni kamaytiradi va qurilish muddatini 3-4 barobarga qisqartiradi. Ekologik jihatdan esa ushbu material tabiiy resurslarni tejash va atmosfera chiqariladigan CO₂ miqdorini kamaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning istiqbollari: Kelgusida gazobeton tarkibiga mahalliy sanoat chiqindilarini (masalan, issiqlik elektr stansiyalari kuli) qoʻshish orqali uning tannarxini yanada pasaytirish va mustahkamligini oshirish boʻyicha izlanishlarni davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qurilish normalari va qoidalari (QMQ 2.03.01-96). Beton va temirbeton konstruksiyalar. – Toshkent: Davlat arxitektura va qurilish qoʻmitasi, 1996.

2. Mirzayev B.Q. Qurilish materiallari va buyumlari: Oliy oʻquv yurtlari uchun darslik. – Toshkent: Voris-nashriyot, 2018. – 320 b.

3. Галкин С.Л., Батраков В.Г. Применение ячеистобетонных изделий в современном строительстве // Строительные материалы. – Москва, 2006. – № 8. – С. 14-17.

4. Narayanan N., Ramamurthy K. Structure and properties of aerated concrete: a review // Cement and Concrete Composites. – 2000. – Vol. 22. – Issue 5. – P. 321-329.

5. EAACA (European Autoclaved Aerated Concrete Association). Autoclaved Aerated Concrete: Technical properties and sustainability. – Brussels, 2022.