



EOC
EUROASIAN
ONLINE
CONFERENCES

GERMANY CONFERENCE

**INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGY**



Google Scholar

zenodo

OpenAIRE

doi digital object
identifier

eoconf.com - from 2024

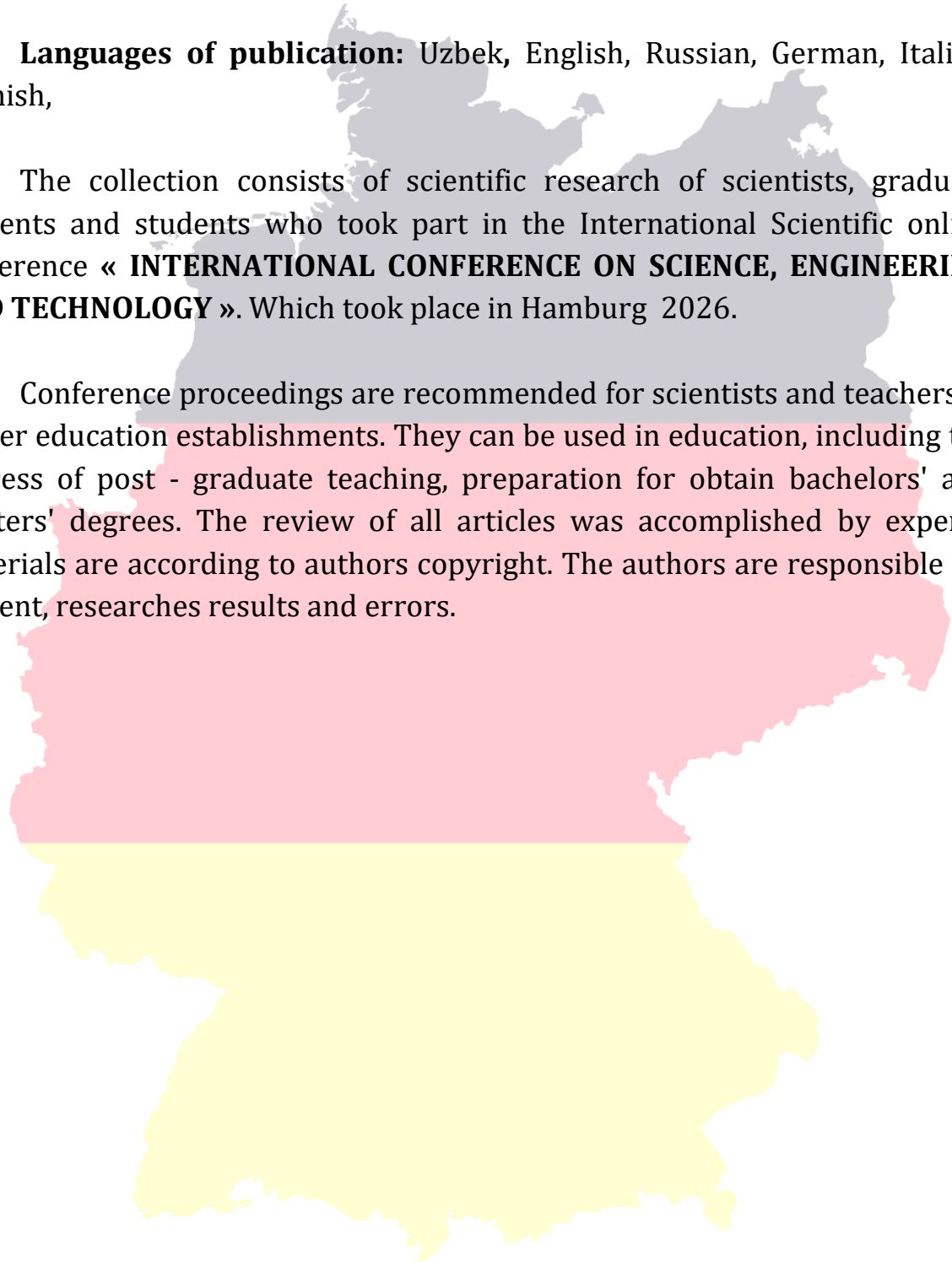


INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY:
a collection scientific works of the International scientific conference –
Hamburg, Germany, 2026 Issue 6

Languages of publication: Uzbek, English, Russian, German, Italian,
Spanish,

The collection consists of scientific research of scientists, graduate students and students who took part in the International Scientific online conference « **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY** ». Which took place in Hamburg 2026.

Conference proceedings are recommended for scientists and teachers in higher education establishments. They can be used in education, including the process of post - graduate teaching, preparation for obtain bachelors' and masters' degrees. The review of all articles was accomplished by experts, materials are according to authors copyright. The authors are responsible for content, researches results and errors.





SANOAT CHIQUINDILARI ASOSIDA OLINGAN ISSIQLIK IZOLYATSION, KONSTRUKSION KO'PIK BETON

Sultanova Sevara Iles qizi

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

Qurilish kafedrası v.b dotsenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada sanoat chiqindilaridan samarali foydalanish asosida issiqlik izolyatsion va konstruksion ko'pik beton olish texnologiyasi, uning fizik-mexanik xossalari hamda qurilish sohasida qo'llash istiqbollari o'rganilgan. Tadqiqot jarayonida issiqlik elektr stansiyalari kuli, metallurgiya shlaklari va boshqa sanoat chiqindilaridan ko'pik beton tarkibida mineral qo'shimcha sifatida foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Olingan natijalar sanoat chiqindilarining ko'pik betonning zichligi, mustahkamligi, issiqlik o'tkazuvchanligi va suv shimuvchanligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini aniqladi. Shuningdek, ushbu materiallarni ishlab chiqarishda tabiiy xomashyo sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va ekologik muammolarni hal etishga xizmat qilishi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari sanoat chiqindilari asosida tayyorlangan ko'pik betonning energiya tejamkor, ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali qurilish materialidir ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: sanoat chiqindilari, ko'pik beton, issiqlik izolyatsiyasi, konstruksion material, kul-shlak chiqindilari, zichlik, mustahkamlik, issiqlik o'tkazuvchanligi, energiya tejamkorlik, ekologik xavfsizlik, qurilish materiallari, mineral qo'shimchalar.

Kirish. Bugungi kunda dunyo miqyosida qurilish materiallari ishlab chiqarish hajmining ortib borishi tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va ekologik muammolarni kamaytirish masalalarini dolzarb vazifalardan biriga aylantirmoqda. Aholi sonining o'sishi, urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi hamda zamonaviy infratuzilma obyektlariga bo'lgan ehtiyojning ortishi natijasida qurilish materiallariga talab yildan-yilga oshib bormoqda. Shu bilan birga, qurilish materiallarini ishlab chiqarishda katta miqdorda tabiiy xomashyo sarflanishi va sanoat korxonalarida hosil bo'layotgan chiqindilar hajmining ortishi atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Sanoat chiqindilaridan qayta foydalanish ekologik xavfsizlikni ta'minlash bilan bir qatorda iqtisodiy samaradorlikka ham erishish imkonini beradi. Issiqlik elektr stansiyalarida hosil bo'ladigan kul va shlaklar, metallurgiya sanoati chiqindilari, kimyo sanoati qoldiqlari hamda boshqa texnogen mahsulotlar ko'plab mamlakatlarda ikkilamchi xomashyo sifatida qurilish materiallari ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda. Ushbu chiqindilar tarkibida kremniy oksidi, alyuminiy oksidi va boshqa faol mineral komponentlarning mavjudligi ularni sementli kompozitsiyalarda samarali qo'llash imkonini yaratadi.

Energiya tejamkor binolar qurilishi zamonaviy qurilish sanoatining asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Binolarning issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish maqsadida past issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichiga ega bo'lgan yengil va



mustahkam qurilish materiallarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Ko'pik beton ana shunday istiqbolli materiallardan biri bo'lib, uning g'ovak tuzilishi yuqori issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlarini ta'minlaydi. Shu bilan birga, tarkibiga sanoat chiqindilarini kiritish orqali materialning tannarxini pasaytirish, mexanik xossalarini yaxshilash va ekologik samaradorligini oshirish mumkin.

Ko'pik beton qurilish amaliyotida issiqlik izolyatsion qatlamlar, devor bloklari, tom qoplamalari hamda turli konstruktiv elementlarni tayyorlashda keng qo'llaniladi. Uning asosiy afzalliklari qatoriga yengilligi, yong'inga chidamliligi, yaxshi tovush va issiqlik izolyatsiyasi, ishlab chiqarish texnologiyasining soddaligi hamda iqtisodiy samaradorligi kiradi. Ayniqsa, sanoat chiqindilari asosida tayyorlangan ko'pik betonlar ekologik toza qurilish materiallarini yaratish va chiqindisiz texnologiyalarni rivojlantirishda muhim o'rin tutadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi sanoat chiqindilari asosida issiqlik izolyatsion va konstruksion ko'pik beton olish imkoniyatlarini o'rganish, uning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xususiyatlarini tahlil qilish hamda qurilish amaliyotida qo'llash istiqbollari baholashdan iborat. Tadqiqot natijalari sanoat chiqindilaridan samarali foydalanish orqali yuqori sifatli, energiya tejamkor va iqtisodiy jihatdan samarali qurilish materiallarini ishlab chiqarish imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar sharhi. Sanoat chiqindilaridan qurilish materiallari ishlab chiqarishda foydalanish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar so'nggi yillarda jadal rivojlanib bormoqda. Jahon amaliyotida issiqlik elektr stansiyalari kuli, metallurgiya shlaklari, fosfogips, keramika va shisha sanoati chiqindilarini sement asosidagi kompozitsion materiallar tarkibiga qo'shish orqali ularning texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayniqsa, ko'pik beton ishlab chiqarishda sanoat chiqindilaridan foydalanish ekologik muammolarni kamaytirish va energiya tejamkor qurilish materiallarini yaratishning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

Ko'pik betonlarning tuzilishi va xossalarini tadqiq etishda rossiyalik olimlar V.G. Batrakov, Y.M. Bazhenov va V.S. Lesoviklarning ilmiy ishlari muhim ahamiyatga ega. Ularning tadqiqotlarida g'ovak betonlarning hosil bo'lish mexanizmi, g'ovaklikning mustahkamlikka ta'siri hamda mineral qo'shimchalarning beton mikrostrukturasi shakllanishidagi roli batafsil yoritilgan. Mualliflar tomonidan aniqlanishicha, faol mineral qo'shimchalar sement toshining zichlashishiga yordam berib, ko'pik betonning mustahkamligi va uzoq muddatli chidamliligini oshiradi.

Amerikalik olimlar Sidney Mindess, J. Francis Young va David Darwin tomonidan yaratilgan "Concrete" nomli ilmiy asarda kul va shlak kabi sanoat chiqindilarining sement kompozitsiyalaridagi puzolan faolligi o'rganilgan. Tadqiqotchilar issiqlik elektr stansiyasi kulidan foydalanish natijasida betonning zichligi kamayishi, issiqlik izolyatsiyasi yaxshilanishi hamda uzoq muddatli mustahkamligi ortishini ilmiy asoslab berganlar.



Xitoylik tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan ilmiy ishlarda uchuvchi kul (fly ash) asosidagi ko'pik betonlarning mikrostrukturasi va issiqlik-fizik xossalari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, kul miqdorining 20–40 % oralig'ida qo'llanishi ko'pik betonning issiqlik o'tkazuvchanligini sezilarli kamaytirib, uning konstruktiv xususiyatlarini saqlab qolishga imkon yaratadi. Shu bilan birga, kul zarrachalarining sferik shakli qorishmaning harakatchanligini yaxshilashi aniqlangan.

Turkiyalik olimlar E.Kearsley va P.J.Wainwright ko'pik betonlarning zichligi bilan mexanik xossalari o'rtasidagi bog'liqlikni tadqiq qilganlar. Ular tomonidan ishlab chiqilgan nazariy modelga ko'ra, material zichligi ortishi bilan siqilishdagi mustahkamlik ham ortadi, biroq issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlari ma'lum darajada kamayadi. Shuning uchun ko'pik beton tarkibini optimallashtirishda zichlik va mustahkamlik ko'rsatkichlari o'rtasida muvozanatni saqlash muhim hisoblanadi.

O'zbekistonlik olimlardan Q.U.Uzoqov, Sh.A.Samig'ov, B.A.Axmedov va A.A.Adilxo'jayevlarning ilmiy tadqiqotlarida mahalliy xomashyolar va texnogen chiqindilar asosida zamonaviy qurilish materiallari ishlab chiqarish masalalari keng yoritilgan. Ular tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalari kullaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganilib, ushbu materiallarning sement tizimlaridagi faolligi va beton xossalariga ta'siri aniqlangan. Tadqiqotlar natijasida kul qo'shimchalari sement sarfini kamaytirish va betonning iqtisodiy samaradorligini oshirish imkonini berishi isbotlangan.

A.A.Adilxo'jayev va hamkorlari tomonidan olib borilgan ishlarda sanoat chiqindilari asosida olingan yengil betonlarning fizik-mexanik ko'rsatkichlari o'rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, mineral qo'shimchalar betonning mikrostrukturaviy tuzilishini yaxshilab, kapillyar g'ovaklar hajmini kamaytiradi va natijada materialning sovuqqa chidamliligi hamda suvga bardoshliligini oshiradi.

Mavjud ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, sanoat chiqindilaridan ko'pik beton ishlab chiqarishda foydalanish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar amalga oshirilgan bo'lsa-da, turli chiqindi turlarining birgalikdagi ta'siri, ularning optimal miqdori hamda issiqlik izolyatsion va konstruksion xossalar o'rtasidagi bog'liqlik masalalari yetarlicha o'rganilmagan. Ayniqsa, O'zbekiston sanoat korxonalarida hosil bo'layotgan kul-shlak chiqindilaridan foydalanish asosida yuqori samarali ko'pik betonlar olish texnologiyasini takomillashtirish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Shu sababli mazkur tadqiqot sanoat chiqindilari asosida issiqlik izolyatsion va konstruksion ko'pik beton tarkibini optimallashtirish, uning fizik-mexanik va issiqlik-texnik xossalari kompleks baholash hamda qurilish amaliyotiga joriy etish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotda sanoat chiqindilari asosida issiqlik izolyatsion va konstruksion ko'pik beton olish texnologiyasi hamda uning fizik-



mexanik xossalarini aniqlash bo'yicha eksperimental va analitik tadqiqot usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi sanoat chiqindilarini sement tarkibiga qisman almashtirish orqali ko'pik betonning mustahkamligi, zichligi va issiqlik-texnik xususiyatlariga ta'sirini aniqlashdan iborat bo'ldi.

Tadqiqot obyekti sifatida issiqlik elektr stansiyalaridan olingan kul-shlak chiqindilari asosida tayyorlangan ko'pik beton namunalari tanlandi. Bog'lovchi material sifatida portlandsement, mineral qo'shimcha sifatida uchuvchi kul (fly ash), mayda to'ldiruvchi sifatida kvarts qumi hamda sintetik ko'pik hosil qiluvchi reagentlardan foydalanildi. Kul sement massasining ma'lum qismi (0 %, 10 %, 20 %, 30 % va 40 %) bilan almashtirildi.

Eksperimental tadqiqotlar laboratoriya sharoitida amalga oshirildi. Dastlab xomashyo materiallarining kimyoviy tarkibi va fizik xossalari o'rganildi. So'ngra turli tarkibli ko'pik beton qorishmalari tayyorlandi va maxsus qoliplarga quyildi. Namunalar 28 sutka davomida normal harorat va namlik sharoitida qotirildi. Tajriba namunalari 100×100×100 mm o'lchamdagi kub shaklida tayyorlandi.

Ko'pik betonlarning asosiy fizik-mexanik ko'rsatkichlari quyidagi usullar orqali aniqlandi:

- **O'rtacha zichlik** – quritilgan namunaning massasi va hajmi nisbatidan hisoblandi:

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

bu yerda:

ρ – zichlik (kg/m³);

m – namuna massasi (kg);

V – namuna hajmi (m³).

- **Siqilishdagi mustahkamlik** gidravlik press yordamida aniqlanib, quyidagi formula orqali hisoblandi:

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

bu yerda:

R – siqilishdagi mustahkamlik (MPa);

P – buzuvchi yuklama (N);

A – yuklama ta'sir etuvchi yuzaning maydoni (mm²).

- **Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti** laboratoriya issiqlik oqimi qurilmasi yordamida o'lchandi va quyidagi tenglama asosida baholandi:

$$\lambda = \frac{Q * \delta}{F * \Delta T}$$

bu yerda:

λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (W/m·K);

Q – issiqlik oqimi (W);



δ – namuna qalinligi (m);
 F – issiqlik o‘tuvchi yuzasi (m²);
 ΔT – haroratlar farqi (°C).

Tajriba natijalarining ishonchligini ta’minlash maqsadida har bir tarkib uchun kamida uchta parallel namuna sinovdan o‘tkazildi va olingan natijalarning o‘rtacha arifmetik qiymatlari hisoblandi. Statistik ishlov berishda variatsiya koeffitsiyenti, o‘rtacha kvadratik og‘ish hamda korrelyatsion tahlil usullaridan foydalanildi.

Tadqiqotning eksperimental rejasida kul miqdorining ko‘pik betonning zichligi, siqilishdagi mustahkamligi va issiqlik o‘tkazuvchanligiga ta’siri o‘rganildi. Olingan natijalar nazorat namunasi bilan taqqoslanib, optimal tarkib aniqlandi. Baholash mezonida materialning konstruksion mustahkamligi bilan issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlari o‘rtasidagi optimal nisbat qabul qilindi.

Mazkur metodologiya sanoat chiqindilaridan foydalanish orqali ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lgan issiqlik izolyatsion-konstruksion ko‘pik beton ishlab chiqarish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashga xizmat qiladi.

Natijalar va tahlil

Tadqiqot davomida sement massasining ma’lum qismi uchuvchi kul bilan almashtirilib, ko‘pik beton namunalarining zichligi, siqilishdagi mustahkamligi va issiqlik o‘tkazuvchanligi aniqlandi. Tajriba natijalari sanoat chiqindilarining ko‘pik beton xossalari sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi.

1-jadval. Kul miqdorining ko‘pik beton zichligiga ta’siri

Namuna	Kul miqdori (%)	Zichlik (kg/m ³)
N-1	0	810
N-2	10	785
N-3	20	760
N-4	30	735
N-5	40	720

1-jadval natijalaridan ko‘rinadiki, kul miqdori ortishi bilan ko‘pik betonning o‘rtacha zichligi kamaygan. Nazorat namunasi zichligi 810 kg/m³ ni tashkil etgan bo‘lsa, 40 % kul qo‘shilgan namunada ushbu ko‘rsatkich 720 kg/m³ gacha pasaygan. Umumiy kamayish 11,1 % ni tashkil etdi.

Buning sababi uchuvchi kulning zichligi sementnikiga nisbatan pastligi hamda zarrachalarining sferik shakli qorishma ichida qo‘shimcha g‘ovaklik hosil qilishidir. Natijada materialning massasi kamayib, issiqlik izolyatsion xossalari yaxshilanishiga zamin yaratadi.

2-jadval. Kul miqdorining siqilishdagi mustahkamlikka ta’siri

Namuna	Kul miqdori (%)	Mustahkamlik (MPa)
N-1	0	4,25
N-2	10	4,60
N-3	20	5,15
N-4	30	5,82
N-5	40	5,30



2-jadval ma'lumotlari kul miqdorining ortishi dastlab ko'pik beton mustahkamligini oshirishini ko'rsatadi. Eng yuqori natija 30 % kul qo'shilgan namunada kuzatilib, siqilishdagi mustahkamlik 5,82 MPa ni tashkil etdi. Bu nazorat namunasiga nisbatan 36,9 % yuqori natijadir.

Mustahkamlikning ortishi kul tarkibidagi faol kremniy oksidining sement gidratatsiyasi mahsulotlari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida qo'shimcha kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'lishi bilan izohlanadi. Biroq kul miqdori 40 % ga yetganda sement miqdorining kamayishi sababli mustahkamlik biroz pasaygan va 5,30 MPa ni tashkil qilgan.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, konstruksion ko'pik beton ishlab chiqarishda kulning optimal miqdori 25–30 % atrofida hisoblanadi.

3-jadval. Kul miqdorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ta'siri

Namuna	Kul miqdori (%)	Issiqlik o'tkazuvchanligi λ (W/m·K)
N-1	0	0,205
N-2	10	0,192
N-3	20	0,181
N-4	30	0,167
N-5	40	0,159

3-jadval natijalariga ko'ra, kul miqdorining ortishi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining kamayishiga olib kelgan. Nazorat namunasi uchun $\lambda = 0,205$ W/m·K bo'lgan bo'lsa, 40 % kul qo'shilgan namunada bu ko'rsatkich 0,159 W/m·K ni tashkil etdi.

Issiqlik o'tkazuvchanlikning 22,4 % ga kamayishi material tarkibida yopiq havo g'ovaklari sonining ortishi bilan bog'liq. Ma'lumki, havo issiqlikni juda yomon o'tkazuvchi muhit hisoblanadi. Shu sababli g'ovaklik ortishi materialning issiqlik izolyatsion xususiyatlarini yaxshilaydi.

Olingan natijalar sanoat chiqindisi hisoblangan uchuvchi kulning ko'pik beton tarkibiga qo'shilishi materialning asosiy texnik ko'rsatkichlarini yaxshilashini ko'rsatdi. Tadqiqot davomida:

- zichlik 11,1 % ga kamaydi;
- siqilishdagi mustahkamlik 36,9 % ga oshdi;
- issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 22,4 % ga kamaydi.

Tahlillar asosida ko'pik beton tarkibida 30 % uchuvchi kul qo'llanilishi optimal tarkib ekanligi aniqlandi. Ushbu tarkibda material 735 kg/m³ zichlikka, 5,82 MPa siqilishdagi mustahkamlikka va 0,167 W/m·K issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ega bo'ldi. Bu esa sanoat chiqindilari asosida tayyorlangan ko'pik betonning ham issiqlik izolyatsion, ham konstruksion talablarni qanoatlantirishini va energiya tejankor qurilish materiallari qatorida samarali qo'llanishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda sanoat chiqindilari, xususan issiqlik elektr stansiyalarida hosil bo'ladigan uchuvchi kul asosida issiqlik izolyatsion-



konstruksion ko‘pik beton olish imkoniyatlari o‘rganildi. O‘tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari va natijalar tahlili sanoat chiqindilaridan foydalanish ko‘pik betonning fizik-mexanik hamda issiqlik-texnik xossalarini yaxshilashini ko‘rsatdi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kul miqdorining ortishi ko‘pik betonning o‘rtacha zichligini kamaytirib, materialning yengilligini oshirdi. Natijada tayyor mahsulotning issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlari yaxshilandi va konstruksiyaga tushadigan yuk kamaydi. Shu bilan birga, kul tarkibidagi faol mineral komponentlar sement gidratatsiyasi mahsulotlari bilan reaksiyaga kirishib, qo‘shimcha bog‘lovchi birikmalar hosil qilishi natijasida siqilishdagi mustahkamlik ortishi kuzatildi.

Tajriba natijalari asosida kulning optimal miqdori sement massasiga nisbatan 30 % ekanligi aniqlandi. Ushbu tarkibda tayyorlangan ko‘pik beton namunasi 735 kg/m^3 zichlik, 5,82 MPa siqilishdagi mustahkamlik va $0,167 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ega bo‘ldi. Bu ko‘rsatkichlar materialning bir vaqtning o‘zida ham issiqlik izolyatsion, ham konstruksion vazifalarni bajarish imkoniyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Sanoat chiqindilaridan foydalanish tabiiy xomashyo resurslarini tejash, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish hamda atrof-muhitga salbiy ta‘sir ko‘rsatayotgan texnogen chiqindilar hajmini qisqartirishga xizmat qiladi. Shu sababli sanoat chiqindilari asosida ishlab chiqarilgan ko‘pik betonlarni zamonaviy energiya tejamkor binolar, turar-joy va sanoat obyektlari qurilishida keng qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari sanoat chiqindilarini qayta ishlash asosida ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo‘lgan yangi avlod qurilish materiallarini yaratish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bazhenov Yu.M. Tekhnologiya betona. – Moskva: ASV, 2011. – 528 b.
2. Batrakov V.G. Modifitsirovannye betony. Teoriya i praktika. – Moskva: Stroyizdat, 1998. – 768 b.
3. Lesovik V.S. Energosberegayushchie kompozitsionnye materialy. – Belgorod: BGTU, 2015. – 312 b.
4. Mindess S., Young J.F., Darwin D. Concrete. – New Jersey: Prentice Hall, 2003. – 644 p.
5. Neville A.M. Properties of Concrete. – London: Pearson Education, 2012. – 846 p.
6. 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. – №1. – P. 105–112.
7. Ramamurthy K., Nambiar E.K.K., Ranjani G.I.S. A classification of studies on properties of foam concrete // Cement and Concrete Composites. – 2009. – Vol. 31. – №6. – P. 388–396.
8. Adilxo‘jayev A.A. Qurilish materiallari va buyumlari texnologiyasi. – Toshkent: TAQI, 2020. – 420 b.
9. Samig‘ov Sh.A., Axmedov B.A. Mahalliy mineral xomashyolar asosida samarali qurilish materiallari ishlab chiqarish texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 286 b.