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

SHUNGIT DISPERSLIGINING BETONNING FIZIK-MEXANIK XUSUSIYATLARIGA VA ISSIQLIKKA CHIDAMLILIGIGA TA'SIRI

Yunusaliev Elmurad Maxammadyakubovich
Farg'ona davlat texnika universiteti, t.f.d., DSc, dotsent,
Otaqulov Baxromjon Adxamovich
Farg'ona davlat texnika universiteti Mustaqil tadqiqotchi

Annotatsiya. Ushbu maqolada shungitning dispersligi betonning fizik-mexanik xususiyatlari va issiqlikka chidamliligiga ta'siri kompleks ravishda tahlil qilingan. Yuqori harorat ta'sirida shungit zarralarida yuz beradigan fizik-kimyoviy jarayonlar, jumladan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va ko'pchish mexanizmi o'rganildi. Tadqiqot natijalari shungit zarralari o'lchami betondagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish va mustahkamlikni oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar. shungit, beton, disperslik, issiqlikka chidamlilik, ko'pchish, zichlik, mustahkamlik, yuqori harorat, termobarqarorlik.

Аннотация. В данной статье комплексно проанализировано влияние дисперсности шунгита на физико-механические свойства бетона и его термостойкость. Исследованы физико-химические процессы, происходящие в частицах шунгита при воздействии высоких температур, в том числе окислительно-восстановительные реакции и механизм вспучивания. Результаты исследований показали, что размер частиц шунгита играет решающую роль в снижении внутренних напряжений в бетоне и повышении его прочности.

Ключевые слова: шунгит, бетон, дисперсность, термостойкость, вспучивание, плотность, прочность, высокая температура, термостабильность.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the effect of shungite dispersity on the physical and mechanical properties of concrete and its heat resistance. The physicochemical processes occurring in shungite particles under high-temperature exposure, including oxidation-reduction reactions and the swelling mechanism, are investigated. The research results show that the particle size of shungite plays a crucial role in reducing internal stresses in concrete and increasing its strength.

Keywords: shungite, concrete, dispersity, heat resistance, swelling, density, strength, high temperature, thermal stability.

KIRISH.

Hozirgi zamonda qurilish industriyasida yuqori harorat sharoitida ishlaydigan materiallarga bo'lgan talab ortib bormoqda. Ayniqsa, energetika (IESlar), metallurgiya, sement sanoati va kimyo sanoatida qo'llaniladigan

ISSN 3030-3907

konstruksiyalar doimiy ravishda 600–1200°C va undan yuqori harorat ta’sirida ishlaydi. Bunday sharoitlarda oddiy betonlar o‘z mustahkamligini yo‘qotadi, yoriqlar hosil bo‘ladi va ekspluatatsion xususiyatlari keskin pasayadi.

Issiqlik ta’sirida betonda bir qator murakkab fizik-kimyoviy va mexanik jarayonlar sodir bo‘ladi. Avvalo, yuqori harorat ta’sirida sement toshining degidratatsiyasi kuzatiladi, ya’ni gidratatsiya mahsulotlari tarkibidagi kimyoviy bog‘langan suv ajralib chiqadi. Bu jarayon sement toshining strukturasini bo‘shashtirib, uning mustahkamligini pasaytiradi. Shu bilan birga, harorat gradienti ta’sirida beton ichida ichki kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Ushbu kuchlanishlar turli fazalarning (sement toshi, to‘ldiruvchilar) termik kengayish koeffitsientlari turlicha bo‘lishi bilan izohlanadi.

Bundan tashqari, yuqori harorat ta’sirida betonning mikrostrukturasida o‘zgarishlar yuz beradi: kapillyar-kovak tizimi kengayadi, bog‘lanishlar zaiflashadi va materialning yaxlitligi buziladi. Natijada, termik kengayish farqlari hisobiga betonda mikro va makroyoriqlar paydo bo‘ladi, bu esa uning ekspluatatsion ishonchliligini keskin pasaytiradi.

Yuqorida qayd etilgan muammolarni bartaraf etish maqsadida beton tarkibiga turli xil mineral va texnogen qo‘shimchalar kiritish keng qo‘llaniladi. Ana shunday samarali qo‘shimchalardan biri shungit hisoblanadi. Shungit tabiiy uglerodli mineral bo‘lib, uning o‘ziga xos nanostrukturasi va yuqori harorat ta’sirida strukturasini o‘zgartirish qobiliyati uni beton texnologiyasida qimmatli komponentga aylantiradi.

Shungitdan foydalanish betonning termofizik va mexanik xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi. Jumladan, u yuqori termobarqarorlikka ega bo‘lib, betonning yuqori haroratlarda strukturasini saqlab qolishga yordam beradi. Shuningdek, shungitning past issiqlik o‘tkazuvchanligi material ichida haroratning bir tekis taqsimlanishiga xizmat qiladi va lokal qizishlarni kamaytiradi. Yuqori harorat ta’sirida shungit zarralaridan gaz ajralib chiqishi relaksatsiya effektini yuzaga keltirib, betondagi ichki kuchlanishlarni pasaytiradi. Bundan tashqari, uning mayda dispersli zarralari beton strukturasini zichlashtirib, kovaklikni kamaytiradi va umumiy mustahkamlikni oshiradi.

Shu tariqa, shungit dispersligini ilmiy asosda optimallashtirish betonning issiqlikka chidamliligini, mustahkamligini va uzoq muddatli ishonchliligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

Shungitning asosiy tarkibi uglerod (30–98%) bo‘lib, u amorf va qisman kristall strukturaga ega. Yuqori harorat ta’sirida shungit quyidagi reaksiyalarga kirishadi:

$$C+O2 \rightarrow CO2+Q$$

ISSN 3030-3907

$$C+H_2O \rightarrow CO+H_2$$

Bu reaksiyalar natijasida gazlar ajralib chiqadi va beton strukturasida mikro bo‘shliqlar hosil qiladi. Bu esa ichki kuchlanishlarni kamaytiradi.

Betondagi umumiy termik kuchlanish quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$\sigma=E\cdot\alpha\cdot\Delta T$$

bu yerda:

- σ — termik kuchlanish
- E— elastiklik moduli
- α — termik kengayish koeffitsienti
- ΔT — harorat farqi

Shungit qo‘shilishi natijasida α va E kamayadi, bu esa kuchlanishlarni pasaytiradi. Shungitning yuqori harorat ta’siridagi xulq-atvori uning ko‘pchish jarayoni bilan tavsiflanadi va bu jarayon ikki bosqichda kechishi bilan izohlanadi. Birinchi bosqich 400–500°C harorat oralig‘ida sodir bo‘lib, bu davrda shungit zarralarida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari faollashadi. Ushbu reaksiyalar natijasida gaz va bug‘ ajralib chiqadi, bu esa material ichidagi ichki bosimning ma’lum darajada pasayishiga olib keladi. Natijada beton strukturasidagi termik kuchlanishlar qisman relaksatsiyalanadi va materialning yorilishga moyilligi kamayadi.

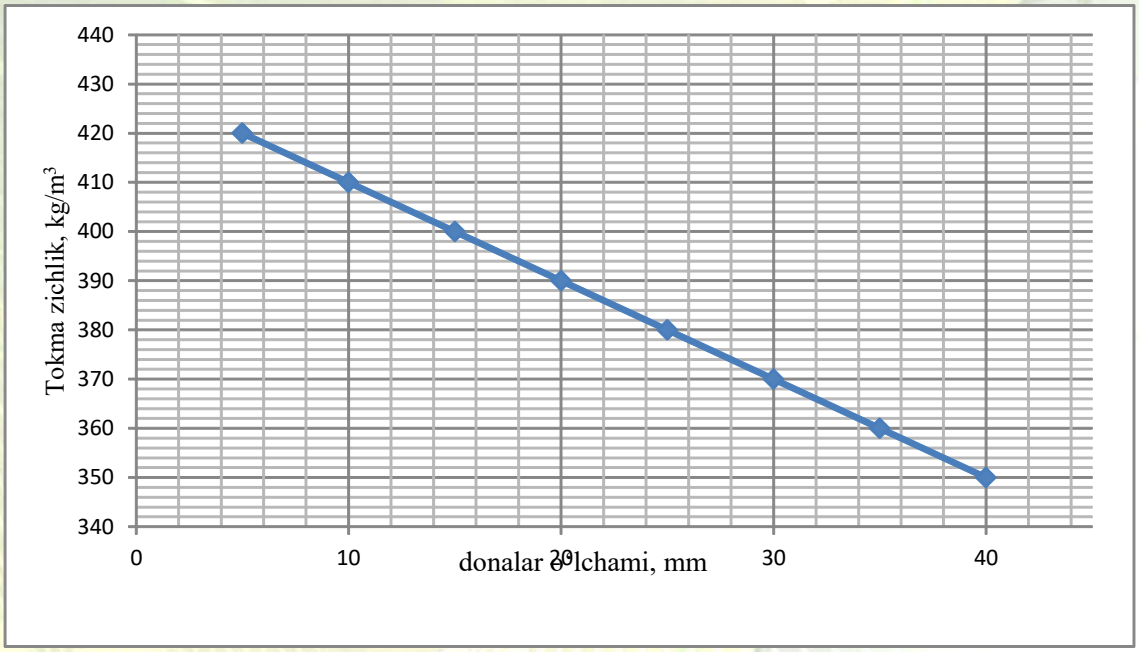
Ikkinchi bosqich 500°C dan 1200°C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida kuzatiladi. Bu bosqichda shungit zarralarining intensiv ko‘pchishi sodir bo‘ladi hamda ularning ichki strukturasida chuqur o‘zgarishlar yuz beradi. Mazkur o‘zgarishlar shungitning termik barqarorligini oshirib, uning yuqori harorat sharoitida beton tarkibida samarali ishlashini ta’minlaydi. Shu tariqa, shungitning ko‘pchish xususiyati betondagi ichki kuchlanishlarni kamaytirish va uning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shungitning ko‘pchish darajasini baholash uchun ko‘pchish koeffitsienti qo‘llaniladi. U qizdirilgandan keyingi hajmning boshlang‘ich hajmga nisbati orqali aniqlanadi, ya’ni $K=V_t/V_0$, bu yerda V_t — yuqori harorat ta’siridan keyingi hajm, V_0 esa boshlang‘ich hajmni ifodalaydi. Ushbu koeffitsient shungitning termik ta’sirga reaksiyasini va uning beton strukturasiga ko‘rsatadigan ta’sir darajasini baholash imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, shungit zarralarining dispersligi, ya’ni o‘lchami betonning fizik-mexanik xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Zarralar o‘lchamining kamayishi ularning beton matritsasida bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi, bu esa strukturaning zichlashishiga va ichki nuqsonlarning kamayishiga olib keladi. Natijada betonning mustahkamligi va issiqlikka chidamliligi oshadi. Aksincha, yirik zarrali shungit betonda noyobir

ISSN 3030-3907

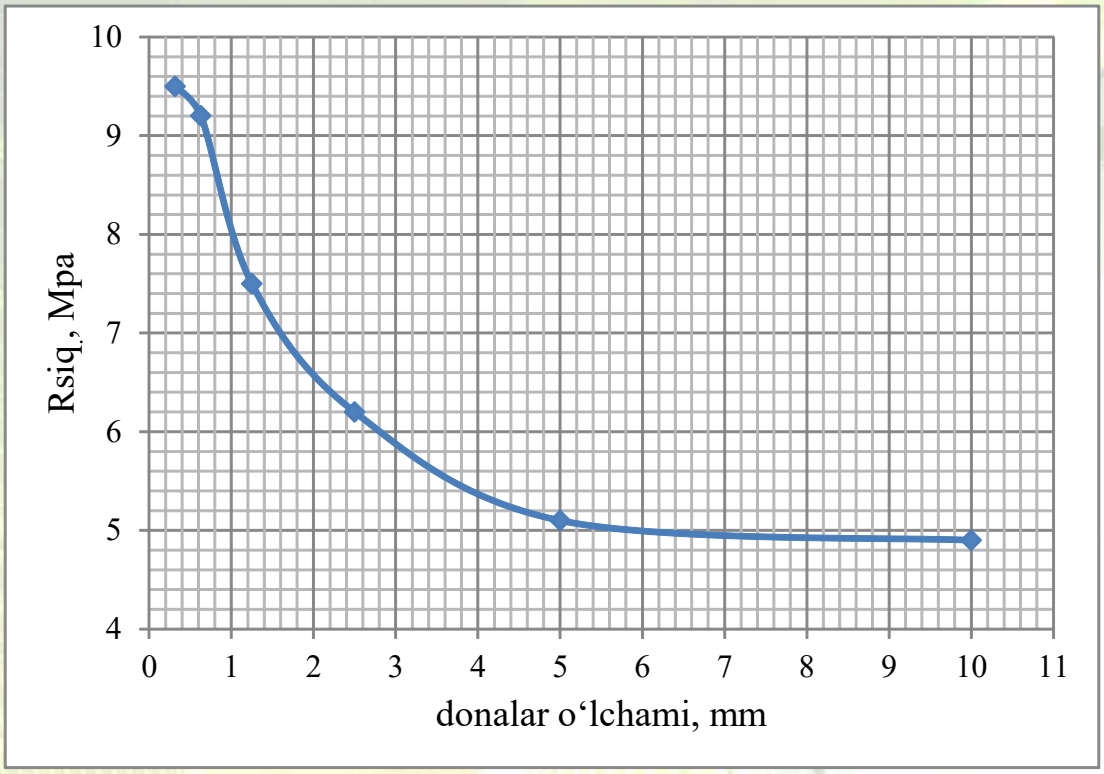
taqsimlanib, lokal kuchlanishlar hosil qilishi va mikroyoriqlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu jihatdan, shungit dispersligini optimallashtirish issiqlikka chidamli betonlar texnologiyasining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi



1-Rasm.1200°C haroratda qizdirilgan shungitning to‘kma zichligi zarralar o‘lchamiga bog‘liqligi grafigi.

Grafik tahlili shuni ko‘rsatadiki, shungit zarralari o‘lchamining kamayishi bilan uning to‘kma zichligi ortib boradi. Bu holat mayda dispersli zarralarning bir-biriga nisbatan zich joylashishi va bo‘shliqlar hajmining qisqarishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, zarralar o‘lchami kichraygan sari shungitning ko‘pchish koeffitsienti kamayishi kuzatiladi. Bu esa mayda zarralarda termik ta’sir natijasida hajmiy kengayish nisbatan kamroq namoyon bo‘lishini anglatadi. Natijada, mayda dispersli shungit beton tarkibida barqarorroq struktura shakllantirib, ichki kuchlanishlarni kamaytirishga va materialning umumiy ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907



2-Rasm.1000°C da sinovdan o‘tgan beton mustahkamligining shungit dispersligiga bog‘liqligi.

Olib borilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari shungit zarralari o‘lchamining betonning mexanik mustahkamligiga hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Xususan, o‘lchami 5 mm dan katta bo‘lgan yirik shungit zarralaridan foydalanilganda betonning mustahkamlik ko‘rsatkichlari pasayishi kuzatiladi. Bu holat, asosan, yuqori harorat ta’sirida yirik zarralarning intensiv ko‘pchishi natijasida beton ichida qo‘shimcha ichki kuchlanishlar yuzaga kelishi va mikroyoriqlar shakllanishi bilan izohlanadi. Natijada materialning yaxlitligi buzilib, uning yuk ko‘tarish qobiliyati kamayadi.

Aksincha, o‘lchami 0,63 mm dan kichik bo‘lgan mayda dispersli shungit zarralari qo‘llanilganda betonning mustahkamligi sezilarli darajada oshadi. Bu, birinchi navbatda, zarralarning sement matritsasida bir tekis taqsimlanishi, kapillyar-kovak tuzilmani qisman to‘ldirishi va strukturani zichlashtirishi bilan bog‘liq. Shuningdek, mayda zarralar yuqori harorat ta’sirida yuzaga keladigan ichki kuchlanishlarni samarali ravishda kamaytiradi. Natijada betonning fizik-mexanik xususiyatlari yaxshilanib, uning issiqlikka chidamliligi va ekspluatatsion ishonchliligi ortadi.

Eksperimental tadqiqotlar natijasida shungit zarralari o‘lchamining beton xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Xususan, yirik shungit zarralari ($d > 5$ mm) qo‘llanilganda, yuqori harorat ta’sirida ularda kuchli ko‘pchish jarayoni kuzatiladi. Bu holat beton ichida qo‘shimcha ichki kuchlanishlarni yuzaga keltirib,

ISSN 3030-3907

mikroyoriqlar hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi va natijada materialning mustahkamligi pasayadi.

Aksincha, mayda dispersli shungit zarralari (d < 0,63 mm) beton tarkibida bir tekis taqsimlanadi. Bu esa strukturaning zichlashishiga olib keladi va ichki nuqsonlarni kamaytiradi. Natijada betonning mexanik mustahkamligi ortadi hamda uning umumiy ekspluatatsion xususiyatlari yaxshilanadi.

1-jadval

Shungit dispersligining beton xossalariga ta’siri

Zarra o‘lchami	Zichlik	Mustahkamlik	Issiqlikka chidamlilik	Izoh
> 5 mm	Past	Kamayadi	Past	Yoriqlar paydo bo‘ladi
0.63–5 mm	O‘rtacha	Barqaror	O‘rtacha	Qisman samarali
< 0.63 mm	Yuqori	Oshadi	Yuqori	Eng optimali

Xulosa qilib aytganda, shungit beton tarkibiga kiritilganda uning issiqlikka chidamliligi va fizik-mexanik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Yuqori harorat ta’sirida shungit zarralarida kechadigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari natijasida gaz va bug‘ ajralib chiqishi betondagi ichki kuchlanishlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Bu esa beton strukturasining barqarorligini saqlashga va uning yorilishga moyilligini pasaytirishga olib keladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, shungit zarralarining o‘lchami hal qiluvchi ahamiyatga ega. Xususan, o‘lchami 5 mm dan katta bo‘lgan zarralar yuqori harorat ta’sirida ko‘pchib, betonda qo‘shimcha ichki kuchlanishlar va mikroyoriqlar hosil qilishi mumkin. Aksincha, mayda dispersli (0,63 mm dan kichik) shungit zarralari beton tarkibida bir tekis taqsimlanib, uning zichligini oshiradi va mustahkamligini yaxshilaydi.

Shuningdek, shungit betonning termofizik xususiyatlariga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatib, issiqlik o‘tkazuvchanligini pasaytiradi va termobarqarorligini oshiradi. Bu esa uni yuqori harorat sharoitida ishlaydigan sanoat va energetika inshootlari uchun samarali material sifatida qo‘llash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. – New York: McGraw-Hill Education, 2014. – 704 p.
2. Neville A.M. Properties of Concrete. – 5th ed. – London: Pearson Education Limited, 2011. – 846 p.
3. Mindess S., Young J.F., Darwin D. Concrete. – 2nd ed. – Prentice Hall, 2003. – 644 p.

ISSN 3030-3907

4. Khanna S.K., Justo C.E.G., Veeraragavan A. Highway Engineering. – New Delhi: Nem Chand & Bros, 2011. (бетон материаллари хусусиятлари бўйича)
5. Taylor H.F.W. Cement Chemistry. – 2nd ed. – London: Thomas Telford, 1997. – 459 p.
6. Scrivener K.L., Nonat A. Hydration of cementitious materials // Cement and Concrete Research. – 2011. – Vol. 41. – pp. 651–665.
7. Bentur A., Mindess S. Fibre Reinforced Cementitious Composites. – London: CRC Press, 2006.
8. Li Z. Advanced Concrete Technology. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. – 528 p.
9. Siddique R., Klaus J. Influence of metakaolin on the properties of mortar and concrete // Applied Clay Science. – 2009. – Vol. 43. – pp. 392–400. *(минерал қўшимчалар таъсирига ўхшаш назарий асос сифатида)*
10. ACI Committee 216. Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements. – American Concrete Institute, 2014.
11. ГОСТ 20910-2019. Бетоны жаростойкие. Технические условия.
12. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
13. Калашников В.И. Высокопрочные бетоны. – Москва: АСВ, 2008. – 512 с.
14. Баженов Ю.М. Технология бетона. – Москва: Издательство АСВ, 2011. – 528 с.

ISSN 3030-3907