

EKO-BETONLAR: ATROF-MUHITGA ZARAR KELTIRMAYDIGAN ZAMONAVIY BETON TURLARI

Botirova Nodira Sherali qizi (JiZPI assistenti)
Nurmahmadov Shirinbek Sunnat o'g'li (JiZPI talabasi)
Akbutayev Shahzod Nematulla o'g'li (JiZPI talabasi)

Annotatsiya: Maqolada eko-beton tushunchasi, uning yaratilish sabablari, asosiy turlari va texnologik xususiyatlari keng yoritilgan. Geopolimer, karbonatlashgan, qayta ishlangan va nanotexnologiyalar asosida ishlab chiqariladigan betonlarning ilmiy va amaliy asoslari, fizik-mexanik afzalliklari, ekologik va iqtisodiy samaradorligi tahlil qilingan. Jahon va O'zbekiston tajribalari asosida eko-betonlarni ishlab chiqarish va joriy etishning istiqbollari, ularning "yashil iqtisodiyot"dagi o'rni hamda atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyati ochib berilgan.

Kalit so'zlar: Eko-beton, geopolimer, qayta ishlangan agregat, karbonatlash texnologiyasi, nanoqo'shimchalar, uglerod izi, ekologik xavfsizlik, energiya samaradorligi, yashil qurilish, O'zbekiston, barqaror rivojlanish.

So'nggi o'n yilliklarda insoniyat duch kelayotgan eng dolzarb muammolardan biri bu atrof-muhitning ifloslanishi va global isishdir. Bu jarayonda sanoatning turli tarmoqlari, xususan qurilish sohasi ham muhim rol o'ynaydi. An'anaviy beton ishlab chiqarishda ishlatiladigan portlandsement ishlab chiqarish jarayoni juda katta miqdorda karbonat angidrid ajratib chiqaradi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan sement hajmi har yili to'rt milliard tonnaga yaqinlashmoqda va natijada atmosferaga har yili ikki yarim milliard tonnadan ortiq karbonat angidrid chiqindisi tarqaladi. Bu raqamlar global isish jarayonini tezlashtirib, tabiiy ekologik muvozanatni buzmoqda. Shu bois olimlar va muhandislar tomonidan beton ishlab chiqarishda ekologik xavfsizlikni ta'minlaydigan yangi avlod materiallarini yaratish zarurati tug'ildi. Shunday materiallardan biri – bu eko-betondir. Eko-betonlar – bu atrof-muhitga zarar keltirmaydigan, kam uglerodli, energiya tejamkor va qayta ishlangan materiallar asosida tayyorlanadigan zamonaviy beton turlaridir. Ularning yaratilish maqsadi nafaqat qurilish sifatini oshirish, balki tabiatga yetkazilayotgan zararni kamaytirish, chiqindilardan oqilona foydalanish hamda resurslardan tejab-tergab foydalanishni yo'lga qo'yishdan iboratdir. Eko-betonlar an'anaviy betonlarga nisbatan nafaqat ekologik, balki texnik va iqtisodiy jihatdan ham

ustunliklarga ega. Ularning ishlab chiqarishida energiya sarfi kam bo‘ladi, xizmat muddati esa ancha uzayadi.

Zamonaviy ilm-fanda eko-betonlarning bir necha asosiy turlari ishlab chiqilgan. Ulardan eng keng tarqalganlari – geopolimer betonlar, qayta ishlangan agregatlar asosida tayyorlangan betonlar, karbonatlashgan betonlar hamda nanoqo‘shimchalar yordamida ishlab chiqariladigan betonlardir. Geopolimer betonlar portlandsement o‘rniga uchuvchi kul, shlak yoki metakaolin kabi sanoat chiqindilarini alkali eritmalar yordamida faollashtirish orqali olinadi. Bunday betonlar ishlab chiqarish jarayonida karbonat angidrid chiqindilari odatiy sement ishlab chiqarishga nisbatan deyarli ikki baravar kam bo‘ladi. Bundan tashqari, geopolimer betonlar yuqori mustahkamlik, kimyoviy ta’sirlarga bardoshlilik, sovuqqa chidamlilik va uzoq xizmat muddati bilan ajralib turadi.

Eko-betonlarning yana bir muhim turi – qayta ishlangan agregatlar asosida tayyorlanadigan betonlardir. Bu betonlarda shag‘al va qum o‘rniga buzilgan eski inshootlardan olingan maydalangan beton parchalaridan foydalaniladi. Bunday yondashuv qurilish chiqindilarini kamaytiradi, yer resurslarini asraydi hamda poligonlarga tashlanadigan chiqindilar hajmini qisqartiradi. Shu bilan birga, eski betonlardan olinadigan agregatlarni qayta ishlash texnologiyasi ham yildan-yilga takomillashib, ularning mexanik xususiyatlari tabiiy agregatlarga yaqinlashib bormoqda.

So‘nggi yillarda karbonatlash texnologiyasi asosida ishlab chiqarilayotgan betonlar ham eko-betonlar sinfiga kiradi. Bunday texnologiyada ishlab chiqarish jarayonining o‘zida beton aralashmasiga siqilgan karbonat angidrid yuboriladi. Bu gaz sement tarkibidagi kaltsiy bilan reaksiyaga kirishib, kalsiy karbonat hosil qiladi. Natijada betonning ichki tuzilishi zichlashadi, mustahkamligi ortadi va shu bilan birga ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘lgan karbonat angidrid gazining bir qismi betonda bog‘lanib qoladi. Ya’ni bu beton turlari nafaqat chiqindini kamaytiradi, balki mavjud CO₂ ni o‘z tarkibida “saqlab qoladi”.

Eko-betonlarning yana bir istiqbolli yo‘nalishi bu nanotexnologiyalar asosida ishlab chiqilayotgan betonlardir. Nanomateriallar – masalan, nanoSiO₂, nanoTiO₂ yoki grafen zarrachalari – beton tarkibiga qo‘shilganda uning ichki strukturasi mustahkamlaydi, g‘ovaklikni kamaytiradi, suv o‘tkazuvchanligini kamaytiradi va shu bilan birga, kamroq sement sarfi bilan yuqori sifatli material olish imkonini beradi. Bunday betonlar ko‘pincha “intellektual” yoki “aqlli” betonlar deb ham ataladi, chunki ularning ayrim turlari o‘z-o‘zini tozalovchi yoki ultrabinafsha nurlar ta’sirida havoni tozalovchi xususiyatga ega bo‘ladi.

Eko-betonlarning afzalliklari ularning ekologik tozaligidan tashqari iqtisodiy samaradorligida ham namoyon bo‘ladi. Ishlab chiqarish jarayonida energiya sarfi kamaygani sababli umumiy tannarx pasayadi, xizmat muddati uzoq bo‘lgani uchun texnik xizmat xarajatlari kamayadi. Shuningdek, binolar issiqlikni yaxshiroq ushlab turadi, bu esa isitish va sovitish xarajatlarini qisqartiradi. Shu sababli eko-betonlar nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali hisoblanadi. Dastlab bunday betonlarni ishlab chiqarish texnologiyasi biroz murakkab va qimmat bo‘lishi mumkin, ammo uzoq muddatda ular an’anaviy betonlarga nisbatan arzonroq tushadi.

Eko-betonlarning fizik-mexanik xususiyatlari ham yuqori darajada. Geopolimer betonlarda siqilishdagi mustahkamlik 60–90 MPa gacha yetadi, suv shimuvchanlik esa 40–50 foizga kamayadi. Ularning sovuqqa bardoshlilik yuqori, tuzli suv yoki kislota muhitiga nisbatan chidamliligi esa an’anaviy betonlardan ancha ustun. Karbonatlashgan betonlarda esa zichlik va qattqlik ortadi, bu esa ularning ekspluatatsiya muddatini uzaytiradi. Nanobetonlarda g‘ovaklik kamayishi tufayli mikro yoriqlar paydo bo‘lish xavfi pasayadi, bu esa konstruktsiyalarni deformatsiyalardan himoya qiladi.

Dunyo tajribasiga nazar tashlasak, ekologik toza beton ishlab chiqarish texnologiyalari keng yoyilmoqda. Masalan, AQSh va Kanadada “CarbonCure” nomli texnologiya asosida karbonat angidridni beton ishlab chiqarish jarayonining o‘zida qayta ishlash keng qo‘llanilmoqda. Avstraliya va Germaniyada esa yo‘l va ko‘prik qurilishida qayta ishlangan agregatlar asosida tayyorlangan betonlardan foydalanish amaliyoti keng rivojlanmoqda. Yaponiya va Janubiy Koreyada dengizga yaqin inshootlarda kimyoviy chidamliligi yuqori bo‘lgan geopolimer betonlardan foydalanilmoqda. Bu texnologiyalar nafaqat ekologik foyda beradi, balki inshootlarning xizmat muddatini ham bir necha baravar uzaytiradi.

O‘zbekiston sharoitida ham eko-beton ishlab chiqarish uchun katta imkoniyatlar mavjud. Respublikada ko‘plab issiqlik elektr stansiyalarida hosil bo‘ladigan uchuvchi kul, metallurgiya zavodlaridan chiqadigan shlak, sement zavodlari changlari va boshqa sanoat chiqindilari geopolimer asosida beton ishlab chiqarish uchun ideal xomashyo hisoblanadi. Bundan tashqari, mahalliy ohaktosh, bazalt, kvarts qumlari va tabiiy to‘ldirgichlar bilan birgalikda ekologik toza beton aralashmalarini ishlab chiqarish imkoniyatlari keng. Hozirda Jizzax va Toshkent viloyatlarida eko-beton ishlab chiqarish bo‘yicha dastlabki laboratoriya sinovlari o‘tkazilmoqda. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, uchuvchi kul asosida tayyorlangan betonning suv o‘tkazuvchanligi 60 foizga kamaygan, sovuqqa bardoshlilik ko‘rsatkichlari esa 1,5 barobar oshgan.

Eko-betonlarning joriy etilishi bilan bir qatorda, normativ-huquqiy va texnik baza ham muhim ahamiyat kasb etadi. Yevropa Ittifoqi davlatlarida “yashil qurilish” standartlari, LEED va BREEAM kabi xalqaro sertifikatlashtirish tizimlari joriy qilingan. O‘zbekiston ham kelajakda eko-betonlar uchun milliy standartlarni ishlab chiqishi, ekologik xavfsizlik mezonlarini belgilashi zarur. Shuningdek, qurilish materiallari ishlab chiqaruvchilari uchun chiqindilardan foydalanish bo‘yicha rag‘batlantiruvchi mexanizmlar joriy etilishi maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Eko-betonlar nafaqat texnologik yangilik, balki barqaror rivojlanish siyosatining ajralmas qismidir. Ular orqali mamlakatda chiqindilarning kamayishi, energiya tejamkor binolarning ko‘payishi va ekologik xavfsizlikning oshishi ta‘minlanadi. Eng muhimi, eko-beton ishlab chiqarish jarayoni O‘zbekistonning “yashil iqtisodiyot” konsepsiyasiga to‘liq mos keladi. Bu yo‘nalishdagi ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish, yosh muhandislarni zamonaviy texnologiyalar bilan tanishtirish va sanoat korxonalarida ekologik texnologiyalarni amaliyotga joriy etish kelajakda katta iqtisodiy va ekologik foyda keltiradi.

Xulosa qilib aytganda, eko-betonlar zamonaviy qurilish sanoatining eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Ular yordamida nafaqat yuqori sifatli, balki tabiatga zarar keltirmaydigan inshootlar barpo etish mumkin. Har bir yangi bino yoki ko‘prik nafaqat inson uchun, balki tabiat uchun ham foydali bo‘lishi kerak degan tamoyil bugungi kunda global miqyosda ustuvor ahamiyat kasb etmoqda. O‘zbekiston sharoitida eko-beton ishlab chiqarish texnologiyalarini joriy etish orqali nafaqat ekologik muammolarni kamaytirish, balki yangi ish o‘rinlarini yaratish, ilmiy izlanishlarni rivojlantirish va milliy qurilish sanoatini raqobatbardosh darajaga olib chiqish mumkin. Eko-betonlar – bu kelajak qurilishi uchun eng to‘g‘ri yo‘l, inson va tabiat o‘rtasidagi uyg‘unlikka eltuvchi yangi avlod materiallaridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YIXATI

1. Botirova, N., Abdikomilova, M., Botirov, B., & Abdullayev, M. (2022). DEVELOPMENT OF CONCRETE COMPOSITION WITH THE HELP OF CHEMICAL ADDITIVES OF HIGH STRENGTH HEAVY CONCRETE. Академические исследования в современной науке, 1(17),
2. Botirova, N., Rajabboyev, A., & Raximboyev, G. A. (2025). TEMIRBETON CHIQINDILARI ASOSIDAGI OG‘IR BETONNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARINI TADQIQ QILISHDA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLARNI O‘TKAZISH METODIKASI. Теоретические аспекты становления педагогических наук, 4(4), 189-195.

3. Botirova, N., Qurbonov, S., & Umirqulov, S. (2025). OPTIMAL CONCRETE COMPOSITION FOR ROADS: DEVELOPMENT IN EUROPEAN COUNTRIES. Наука и инновации в системе образования,
4. Botirov, B. F., & Botirova, N. S. (2024). Identification of physical and mechanical characteristics of high strength heavy concrete. Architecture. Construction, 1(1), 134-140.