

Date: 9th September-2026

**QAYTA ISHLANGAN BETON CHIQUINDILARIDAN FOYDALANIB EKOLOGIK
TOZA BETON ISHLAB CHIQUARISH: FIZIK-MEXANIK XUSUSIYATLARINI
TADQIQ ETISH**

O‘.O‘. Rajabaliyev

Annotatsiya Qurilish va buzish chiqindilari hajmining ortib borishi qurilish materiallarini ishlab chiqarishda resurslarni tejovchi va ekologik barqaror texnologiyalarni qo‘llash zaruratini kuchaytirmoqda. Mazkur tadqiqotda qayta ishlangan beton agregatini (RCA) tabiiy yirik agregatning qisman yoki to‘liq muqobili sifatida qo‘llashga asoslangan hisobiy yondashuv taklif etiladi. Tadqiqot doirasida tabiiy yirik agregatni 0, 25, 50, 75 va 100 foiz miqdorida RCA bilan almashtirish variantlari ko‘rib chiqiladi. Betonning zichligi, suv shimuvchanligi va siqilishdagi mustahkamligiga RCA ulushining ta’siri ilmiy adabiyotlarda keltirilgan qonuniyatlar va material xususiyatlari asosida baholanadi. Taklif etilgan yondashuv RCA ning maqbul ulushini aniqlash, tabiiy agregat sarfini kamaytirish va qurilish chiqindilaridan samarali foydalanish uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar qayta ishlangan beton agregati; qayta ishlangan beton; ekologik beton; qurilish chiqindilari; siqilishdagi mustahkamlik; barqaror qurilish; tabiiy agregat.

Kirish

Qurilish sohasining jadal rivojlanishi tabiiy mineral resurslardan foydalanish hajmining ortishi va qurilish-buzish chiqindilarining ko‘payishiga olib kelmoqda. Beton konstruksiyalarni buzish va rekonstruksiya qilish jarayonida hosil bo‘ladigan beton chiqindilari qayta ishlanib, yangi qurilish materiallari ishlab chiqarishda ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanilishi mumkin. Bunday yondashuv chiqindilarni kamaytirish bilan birga tabiiy agregatlarga bo‘lgan ehtiyojni qisqartirish imkonini beradi.

Qayta ishlangan beton agregati tabiiy agregatdan tarkibiy tuzilishi bilan farq qiladi. Uning zarrachalari yuzasida odatda eski sement qorishmasining ma’lum qismi saqlanib qoladi. Ushbu qorishmaning g‘ovakligi va suv shimuvchanligi betonning zichligi hamda mexanik xususiyatlariga ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli tabiiy yirik agregatni RCA bilan almashtirish miqdorini asoslash muhim ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Mazkur ishning maqsadi qayta ishlangan beton agregatidan foydalanilgan beton tarkiblarini hisobiy jihatdan baholash va RCA ulushining betonning asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlariga ta’sirini o‘rganish uchun metodik asos ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqotda tabiiy yirik agregatning 0, 25, 50, 75 va 100 foizini RCA bilan almashtirish variantlari ko‘rib chiqiladi.

Materiallar va tadqiqot metodikasi Tadqiqotning hisobiy modelida portlandsement, tabiiy mayda agregat, tabiiy yirik agregat, suv va qayta ishlangan beton agregatidan foydalanish nazarda tutiladi. RCA toza beton chiqindilarini begona aralashmalardan ajratish, maydalash va kerakli fraksiyaga elash orqali tayyorlanishi ko‘zda tutiladi.



Date: 9th September-2026

Hisoblashda RCA tabiiy yirik agregatni ekvivalent hajm asosida almashtiradi. Agar V_{tya} tabiiy yirik agregatning boshlang'ich hajmi, r esa almashtirish ulushi bo'lsa, RCA hajmi $V_{\text{RC}} A = r \times V_{\text{tya}}$, qoladigan tabiiy agregat hajmi esa $V_{\text{tya,qol}} = (1-r) \times V_{\text{tya}}$ ko'rinishida aniqlanadi. Massalar tegishli materiallarning zichligi asosida hisoblanadi.

Betonning siqilishdagi mustahkamligi quyidagi formula orqali aniqlanadi: $f_c = P/A$, bu yerda P — namunaga ta'sir qilgan maksimal yuk, N ; A — namunaning yuk tushuvchi kesim yuzasi, mm^2 ; f_c — siqilishdagi mustahkamlik, MPa .

Beton zichligi quruq namuna massasining uning hajmiga nisbati orqali aniqlanadi. Suv shimuvchanlik esa quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$W A = \frac{m_{\text{to'yingan}} - m_{\text{quruq}}}{m_{\text{quruq}}} \times 100\%$$

Beton tarkiblarining hisobiy sxemasi

Jadval 1. RCA ni tabiiy yirik agregat bilan almashtirish sxemasi

Namuna	RCA ulushi	Tabiiy yirik agregat	Holati
N0	0%	100%	Nazorat
N25	25%	75%	Hisobiy
N50	50%	50%	Hisobiy
N75	75%	25%	Hisobiy
N100	100%	0%	Hisobiy

Jadval 2. Siqilishdagi mustahkamlik natijalarini kiritish shakli

Namuna	RCA, %	7 sutka, MPa	28 sutka, MPa	56 sutka, MPa
N0	0	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi
N25	25	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi
N50	50	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi
N75	75	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi
N100	100	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi	Tasdiqlanadi

Natijalar va ularni talqin qilish Mazkur maqolada laboratoriya o'lchovlari taqdim etilmaganligi sababli sonli qiymatlar tajriba natijasi sifatida ko'rsatilmaydi. Quyidagi jadval keyingi laboratoriya sinovlari yoki tasdiqlangan hisoblash modeli natijalarini kiritish uchun ishlab chiqilgan.

RCA ulushining ortishi beton zichligining kamayishi va suv shimuvchanligining ortishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Buning asosiy sababi qayta ishlangan agregat tarkibidagi eski sement qorishmasining nisbatan g'ovak tuzilishidir. Siqilishdagi mustahkamlikka ta'sir esa RCA sifati, almashtirish darajasi, namlik holati, suv-sement nisbati, sement qorishmasi va agregat orasidagi o'tish zonasi hamda parvarishlash sharoitlariga bog'liq.

Date: 9th September-2026

Muhokama RCA dan foydalanishning asosiy ekologik afzalliklari qurilish chiqindilarini qayta ishlash va tabiiy yirik agregatlarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish bilan bog'liq. Shu bilan birga, qayta ishlangan agregatning sifati betonning yakuniy xususiyatlarini belgilovchi muhim omillardan biridir. Chiqindilarni tozalash, maydalash, fraksiyalash va namlik holatini boshqarish beton qorishmasining xususiyatlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

RCA ning o'rtacha ulushidan foydalanish texnik ko'rsatkichlar va ekologik samaradorlik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashi mumkin. RCA ulushi yuqori bo'lgan tarkiblarda esa suv shimuvchanlik, aralashtirish suvi miqdorini tuzatish va eski sement qorishmasining xususiyatlariga alohida e'tibor berish talab etiladi. Shuning uchun optimal RCA ulushi faqat almashtirish foiziga qarab emas, balki materiallarning real fizik-mexanik xususiyatlari asosida belgilanadi.

Ekologik ahamiyati Tabiiy yirik agregatning bir qismini RCA bilan almashtirish qurilish chiqindilarini foydali materialga aylantirish va tabiiy agregatlarni qazib olish hajmini kamaytirish imkonini beradi. Ekologik samaradorlikni to'liq baholashda RCA ni yig'ish, tashish, maydalash, elash va namlikni boshqarish jarayonlarida sarflanadigan energiya ham hisobga olinishi kerak. Shu sababli keyingi tadqiqotlarda hayotiy siklni baholash (LCA) usulidan foydalanish maqsadga muvofiq.

Xulosa

Tadqiqotda 0–100 foiz oralig'ida qayta ishlangan beton agregati qo'llaniladigan beton tarkiblarini baholash uchun hisobiy metodik yondashuv ishlab chiqildi. RCA dan foydalanish qurilish chiqindilarini kamaytirish va tabiiy agregat resurslarini tejashning istiqbolli usullaridan biridir.

Qayta ishlangan agregatning beton xususiyatlariga ta'siri uning fizik sifati, eski sement qorishmasining miqdori, almashtirish darajasi va beton tarkibiga bog'liq.

Taklif etilgan 0, 25, 50, 75 va 100 foizlik tarkiblar keyingi laboratoriya tekshiruvlari uchun amaliy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Mazkur hisobiy modelni tajriba natijalari bilan tasdiqlash betonning optimal RCA ulushini aniqlash, ekologik samaradorlikni miqdoriy baholash va qayta ishlangan beton agregatidan foydalanishning amaliy imkoniyatlarini kengaytirish imkonini beradi.

Laboratoriya orqali tasdiqlash uchun tavsiya etiladigan sinovlar Har bir tarkib uchun sement, mayda agregat, suv-sement nisbati va saqlash sharoitlari bir xil saqlangan holda RCA ulushi o'zgartiriladi. RCA ning zichligi va suv shimuvchanligi, beton qorishmasining ishlanuvchanligi, qotgan betonning zichligi, suv shimuvchanligi hamda 7, 28 va 56 sutkalik siqilishdagi mustahkamligi aniqlanishi tavsiya etiladi. Takroriy namunalar asosida o'rtacha qiymat, standart og'ish va variatsiya koeffitsienti hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Debieb, F., Courard, L., Kenai, S., & Degeimbre, R. Mechanical and durability properties of concrete using contaminated recycled aggregates. Cement and Concrete Composites, 32(6), 421–426, 2010.



Date: 9th September-2026

2. Evangelista, L., & de Brito, J. Durability performance of concrete made with fine recycled concrete aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 32(1), 9–14, 2010.
3. Tam, V. W. Y., Gao, X. F., & Tam, C. M. Microstructural analysis of recycled aggregate concrete produced from two-stage mixing approach. *Cement and Concrete Research*, 35(6), 1195–1203, 2005.
4. Silva, R. V., de Brito, J., & Dhir, R. K. Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials*, 65, 201–217, 2014.
5. Pedro, D., de Brito, J., & Evangelista, L. Influence of the use of recycled concrete aggregates from different sources on structural concrete. *Construction and Building Materials*, 71, 141–151, 2014.
6. Xiao, J., Li, J., & Zhang, C. Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading. *Cement and concrete Research*, 35(8), 1658–1664, 2005.
7. Kou, S. C., Poon, C. S., & Chan, D. Influence of fly ash as cement replacement on the properties of recycled aggregate concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19(9), 709–717, 2007.
8. Poon, C. S., Shui, Z. H., Lam, L., Fok, H., & Kou, S. C. Influence of moisture states of natural and recycled aggregates on the slump and compressive strength of concrete. *Cement and Concrete Research*, 34(1), 31–36, 2004.
9. Poon, C. S., Shui, Z. H., & Lam, L. Effect of microstructure of ITZ on compressive strength of concrete prepared with recycled aggregates. *Construction and Building Materials*, 18(6), 461–468, 2004.
10. Etxeberria, M., Vázquez, E., Marí, A., & Barra, M. Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete. *Cement and Concrete Research*, 37(5), 735–742, 2007.
11. de Brito, J., & Saikia, N. *Recycled Aggregate in Concrete: Use of Industrial, Construction and Demolition Wastes*. Springer, London, 2013.
12. Xiao, J. *Recycled Aggregate Concrete Structures*. Springer, Berlin, 2018.
13. Marinković, S., Radonjanin, V., Malešev, M., & Ignjatović, I. Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete. *Waste Management*, 30(11), 2255–2264, 2010.
14. ISO 14040:2006. *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. International Organization for Standardization, Geneva, 2006.
15. ISO 14044:2006. *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*. International Organization for Standardization, Geneva, 2006.
16. EN 12620:2002+A1:2008. *Aggregates for concrete*. European Committee for Standardization, Brussels.
17. ASTM C33/C33M. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International, West Conshohocken.
18. ASTM C127. *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. ASTM International.



Date: 9th September-2026

19. ASTM C39/C39M. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM International.
20. BS EN 12390-3. Testing hardened concrete — Part 3: Compressive strength of test specimens. British Standards Institution.
21. Neville, A. M. Properties of Concrete. 5th ed. Pearson Education, 2011.

