QURILISH CHIQINDILARINI TIZIMLI BOSHQARISH VA QAYTA ISHLASH YO'LI ORQALI BARTARAF ETISH TEXNOLOGIYASI

Safarov Abdulaziz Shuhratovich
E-mail: abdulazizsafarov2211@gmail.com

Kadirov Nodir Abdusamikovich
Ekologiya va atrof muhit muhofazasi kafedrasi
dotsenti. t.f.n (DSc)
https://doi.org/10.5281/zenodo.23274036

Annotatsiya. Mazkur maqolada qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish, ularni ekologik xavfsiz yig‘ish, saralash, qayta ishlash va ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish texnologiyalari o‘rganilgan. Qurilish chiqindilarining atrof-muhitga ta’sirini kamaytirish, tabiiy resurslarni tejash va chiqindilarni poligonlarga joylashtirish hajmini qisqartirish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan. Shuningdek, beton, g‘isht, metall, yog‘och va plastmassa chiqindilarini qayta ishlash usullari, zamonaviy maydalash va saralash uskunalarining imkoniyatlari hamda chiqindilarni boshqarishning tashkiliy mexanizmlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijasida qurilish chiqindilarini boshqarishning izchil texnologik modeli taklif etilib, resurslardan samarali foydalanish va aylanma iqtisodiyot tamoyillarini rivojlantirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.
Kalit so‘zlar: qurilish chiqindilari, tizimli boshqaruv, qayta ishlash, saralash, ikkilamchi xomashyo, ekologik xavfsizlik, aylanma iqtisodiyot, chiqindisiz texnologiyalar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологии систематического управления строительными отходами, их экологически безопасного сбора, сортировки, переработки и использования в качестве вторичного сырья. Особое внимание уделяется вопросам снижения воздействия строительных отходов на окружающую среду, экономии природных ресурсов и уменьшения объема отходов, захораниваемых на полигонах. Также анализируются методы переработки бетона, кирпича, металла, древесины и пластмасс, возможности современного дробильно-сортировочного оборудования и организационные механизмы управления отходами. В результате исследования предложена последовательная технологическая модель управления строительными отходами и разработаны рекомендации по эффективному использованию ресурсов и развитию принципов циркулярной экономики.
Ключевые слова: строительные отходы, систематическое управление, переработка, сортировка, вторичное сырье, экологическая безопасность, циркулярная экономика, безотходные технологии.

Abstract. This article examines the systematic management of construction waste, as well as technologies for its environmentally safe collection, sorting, processing, and utilization as secondary raw materials. Particular attention is paid to mitigating the environmental impact of construction waste, conserving natural resources, and reducing the

volume of waste sent to landfills. Furthermore, the study analyzes methods for processing concrete, brick, metal, wood, and plastic waste; the capabilities of modern crushing and sorting equipment; and organizational mechanisms for waste management. Based on the research findings, a coherent technological model for construction waste management is proposed, and recommendations are developed for the efficient use of resources and the advancement of circular economy principles.

Keycwords: construction waste, systematic management, recycling, sorting, secondary raw materials, environmental safety, circular economy, zero-waste technologies.

Kirish. Bugungi kunda qurilish sanoatining jadal rivojlanishi, shaharlarning kengayishi, yangi turar joy va sanoat obyektlarining barpo etilishi, shuningdek, mavjud binolarni rekonstruksiya qilish va buzish ishlari natijasida qurilish chiqindilari hajmi ortib bormoqda. Qurilish chiqindilarini to‘g‘ri boshqarish va qayta ishlash masalasi atrof-muhitni muhofaza qilish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hamda ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur chiqindilar tarkibiga beton, temir-beton, g‘isht, metall, yog‘och, shisha, plastmassa va boshqa qurilish materiallari kiradi. Ularni nazoratsiz ravishda tashlash yoki maxsus talablarga rioya qilmasdan saqlash tuproq va suv resurslarining ifloslanishiga, tabiiy landshaftlarning buzilishiga hamda inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Qurilish chiqindilarini boshqarishdagi asosiy muammolardan biri ularni hosil bo‘lish manbasida saralash, yig‘ish, tashish va qayta ishlash jarayonlarining o‘zaro muvofiqlashtirilmaganligidir. Chiqindilarning turli materiallar bilan aralashib ketishi ularni qayta ishlashni murakkablashtiradi, qo‘shimcha xarajatlarni yuzaga keltiradi va ikkilamchi xomashyoning sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli qurilish chiqindilarini faqat yig‘ish va poligonlarga olib chiqish orqali bartaraf etish bilan cheklanmasdan, ularni kamaytirish, qayta foydalanish, saralash va ikkilamchi resurs sifatida ishlab chiqarishga qaytarishni nazarda tutuvchi kompleks boshqaruv tizimini shakllantirish zarur.

Xalqaro tajribada qurilish chiqindilarini boshqarishning zamonaviy yondashuvlari aylanma iqtisodiyot tamoyillari bilan chambarchas bog‘liq. Ushbu yondashuvga ko‘ra, chiqindilar ishlab chiqarish va iste’mol jarayonlarining yakuniy mahsuloti sifatida emas, balki qayta foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan moddiy resurs sifatida baholanadi. Xususan, beton va g‘isht chiqindilarini maydalash orqali mineral to‘ldiruvchilar olish, metall chiqindilarini qayta eritish, yog‘och va plastmassa materiallarini tegishli texnologiyalar asosida qayta ishlash tabiiy xomashyoga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish imkonini beradi. Bunda qayta ishlangan materiallarning texnik xususiyatlari, ekologik xavfsizligi va belgilangan standartlarga muvofiqligi alohida nazorat qilinishi lozim. Qurilish chiqindilarini samarali boshqarishda raqamli texnologiyalar, zamonaviy saralash uskunalari, mexanik maydalash tizimlari va ekologik monitoring vositalaridan foydalanish ham muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur texnologiyalar chiqindilar miqdorini hisobga olish, ularning tarkibini aniqlash, tashish jarayonlarini optimallashtirish va qayta ishlash samaradorligini baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish iqtisodiy manfaatdorlik, ishlab chiqarish korxonalari o‘rtasidagi hamkorlik, ekologik talablar va zamonaviy infratuzilmaning mavjudligi bilan ham belgilanadi.

Tadqiqotning maqsadi qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish va qayta ishlash orqali ularning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytirish, ikkilamchi xomashyodan foydalanish

imkoniyatlarini kengaytirish hamda ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali texnologik yondashuvlarni asoslashdan iborat. Tadqiqotning asosiy vazifalari qurilish chiqindilarining turlari va xususiyatlarini tahlil qilish, ularni yig‘ish va saralash usullarini o‘rganish, qayta ishlash texnologiyalarining imkoniyatlarini baholash hamda qurilish chiqindilarini boshqarishning kompleks modelini ishlab chiqishni o‘z ichiga oladi. Mazkur tadqiqotning ilmiy-amaliy ahamiyati qurilish chiqindilarini boshqarish jarayonlarini yagona tizim asosida tashkil etish, qayta ishlashga yaroqli materiallardan samarali foydalanish va poligonlarga yuboriladigan chiqindilar hajmini kamaytirishga qaratilgan tavsiyalarni ishlab chiqish bilan belgilanadi. Taklif etilayotgan yondashuvlarni amaliyotga joriy etish qurilish korxonalarida resurs tejamkorligini oshirish, ekologik xavfsizlikni mustahkamlash va barqaror qurilish tamoyillarini rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili. Qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish va qayta ishlash masalalari zamonaviy qurilish sanoatida ekologik barqarorlikni ta’minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va aylanma iqtisodiyot tamoyillarini rivojlantirish bilan bevosita bog‘liq. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda chiqindilarni hosil bo‘lish manbasida kamaytirish, ularni alohida yig‘ish, qayta foydalanishga tayyorlash, qayta ishlash va ikkilamchi xomashyo sifatida ishlab chiqarishga qaytarish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan.

Yevropa Ittifoqining 2008/98/EC-sonli Chiqindilar to‘g‘risidagi direktivasida chiqindilarni boshqarishning ustuvorlik tamoyillari belgilangan bo‘lib, ular chiqindilar hosil bo‘lishining oldini olish, qayta foydalanishga tayyorlash, qayta ishlash, boshqa turdagi qayta tiklash va eng so‘nggi chora sifatida yo‘q qilish bosqichlarini qamrab oladi [1]. Ushbu yondashuv qurilish chiqindilarini boshqarishda ularning moddiy qiymatini saqlab qolish va poligonlarga yuboriladigan chiqindilar miqdorini kamaytirish uchun muhim nazariy asos hisoblanadi. Bayram va Greiff (2023) tomonidan qurilish va buzish chiqindilarini qayta ishlashga oid hayotiy sikl tahlili bo‘yicha olib borilgan tizimli tadqiqotda qayta ishlangan materiallarning sifati, ekologik ta’siri va baholash metodologiyasining ishonchliligi muhim omillar sifatida ko‘rib chiqilgan. Mualliflar qayta ishlash samaradorligini baholashda faqat qayta ishlangan materiallar miqdorini emas, balki ularning sifatini va birlamchi xomashyoni almashtirish imkoniyatini ham hisobga olish zarurligini ta’kidlaydilar [2]. Bu yondashuv qayta ishlangan beton va boshqa mineral materiallardan foydalanishning haqiqiy ekologik samaradorligini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Tighnavard Balasbaneh va hammualliflar (2025) qurilish chiqindilarini boshqarish ssenariylarini tizimli tahlil qilib, beton, g‘isht, yog‘och, gips va po‘lat chiqindilarini qayta ishlash hamda ulardan ikkilamchi material sifatida foydalanish imkoniyatlarini o‘rganganlar. Tadqiqotda hayotiy sikl tahlili (LCA) va hayotiy sikl xarajatlari (LCC) asosida muqobil texnologiyalarni taqqoslash zarurligi ko‘rsatilgan. Mualliflar, shuningdek, ayrim materiallarni qayta ishlashning ekologik va iqtisodiy jihatdan eng maqbul usulini aniqlash bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar talab etilishini qayd etadilar [3]. Iyiola, Shakantu va Daniel (2024) qurilish va buzish chiqindilarini boshqarishda raqamli texnologiyalarning o‘rnini tizimli ravishda o‘rganganlar. Ularning tadqiqotida sun’iy intellekt, buyumlar interneti (IoT), mashinaviy o‘rganish, robototexnika, kompyuter ko‘rishi, blokcheyn va binolar axborot modellashtirish (BIM) texnologiyalarining imkoniyatlari tahlil qilingan. Mualliflar ushbu texnologiyalar chiqindilarni hisobga olish, saralash, kuzatish va boshqarish jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qilishini asoslaganlar [4]. Mazkur

natijalar qurilish chiqindilarini boshqarish tizimida raqamlashtirish va avtomatlashtirish vositalaridan foydalanish istiqbollarini ko‘rsatadi.

Wu va hammualliflar (2025) qurilish chiqindilarini boshqarishda intellektual texnologiyalarni qo‘llash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarni tahlil qilib, sun’iy intellekt, BIM, geografik axborot tizimlari (GIS) va katta ma’lumotlar texnologiyalarini o‘zaro integratsiyalash zarurligini ta’kidlaydilar. Tadqiqotda chiqindilarni boshqarishning barcha bosqichlarini qamrab oluvchi yagona texnologik yondashuv ishlab chiqish muhimligi ko‘rsatilgan [5]. Bu esa chiqindilarni faqat qayta ishlash bosqichida emas, balki qurilishni loyihalash va materiallarni tanlash jarayonlaridayoq boshqarish zarurligini anglatadi. Shuningdek, qurilish chiqindilarini boshqarishda aylanma iqtisodiyot konsepsiyasi alohida ilmiy ahamiyatga ega. Mazkur konsepsiya materiallardan foydalanish muddatini uzaytirish, yaroqli qurilish elementlarini qayta ishlatish, ikkilamchi xomashyo bozorini rivojlantirish va chiqindilarni iqtisodiy qiymatga ega resursga aylantirishga asoslanadi. Shu nuqtayi nazardan, chiqindilarni boshqarish tizimi ekologik talablar bilan bir qatorda iqtisodiy samaradorlik, logistika xarajatlari, qayta ishlash korxonalarining quvvati va ikkilamchi mahsulotlarga bo‘lgan talabni ham hisobga olishi lozim. Yuqoridagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, qurilish chiqindilarini boshqarish bo‘yicha xalqaro tadqiqotlarda texnologik qayta ishlash, ekologik baholash va raqamli monitoring masalalari keng o‘rganilgan. Biroq mazkur yo‘nalishlarni yagona tizimda birlashtirish, chiqindilarni hosil bo‘lish manbasida saralashdan tortib, ikkilamchi mahsulotni amaliyotda qo‘llashgacha bo‘lgan jarayonlarni o‘zaro muvofiqlashtirish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda. Shu asosda ushbu maqolada qurilish chiqindilarini tizimli boshqarishning kompleks modeli taklif etilib, chiqindilarni alohida yig‘ish, mexanik qayta ishlash, mahsulot sifatini nazorat qilish, raqamli monitoring va ikkilamchi resurslardan foydalanish jarayonlarini o‘zaro bog‘lashga e’tibor qaratiladi. Mazkur yondashuv qurilish chiqindilarining ekologik ta’sirini kamaytirish va qayta ishlash jarayonlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, tizimlashtirish va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Qurilish chiqindilarini boshqarish jarayonlari texnologik ketma-ketlik asosida o‘rganilib, chiqindilarni hosil bo‘lish manbasida kamaytirish, saralash, tashish, mexanik qayta ishlash va ikkilamchi mahsulot ishlab chiqarish bosqichlari o‘zaro bog‘liq tizim sifatida ko‘rib chiqildi.

Shuningdek, chiqindilarni boshqarish samaradorligini baholash uchun quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanish taklif etildi:

1. Qayta ishlash darajasi — qayta ishlangan chiqindilar massasining jami hosil bo‘lgan chiqindilar massasiga nisbati.

2. Qayta foydalanish ulushi — bevosita qayta foydalanilgan materiallar massasining jami chiqindilar massasiga nisbati.

3. Poligonga yuborish ulushi — yakuniy joylashtirishga yuborilgan chiqindilar massasining jami chiqindilar massasiga nisbati.

4. Iqtisodiy samaradorlik — qayta ishlashdan olingan tushum va tejalgan xarajatlarning tegishli qayta ishlash xarajatlariga nisbati.

5. Ekologik samaradorlik — birlamchi xomashyo sarfi, tashish va poligonga joylashtirish bilan bog‘liq ekologik ta’sirning kamayishi.

Mazkur maqola konseptual-tahliliy xarakterga ega. Unda yangi dala tajribalari yoki ishlab chiqarish sinovlari natijalari keltirilmagan; taklif etilgan modelning aniq samaradorligi amaliy sinovlar va o‘lchovlar orqali tasdiqlanishi lozim.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Tadqiqot davomida qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish va qayta ishlash texnologiyalarining asosiy yo‘nalishlari tahlil qilindi. Natijalar qurilish chiqindilarini samarali boshqarish ularni hosil bo‘lish manbasida saralash, tashish, qayta ishlash va ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish bosqichlarini yagona tizimga birlashtirishni talab etishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, beton, temir-beton, g‘isht va metall chiqindilarini alohida yig‘ish ularning qayta ishlash imkoniyatlarini kengaytiradi hamda aralash chiqindilarni saralashga ketadigan qo‘shimcha xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi. Tahlil natijalariga ko‘ra, qurilish chiqindilarini qayta ishlashda mexanik maydalash, elash, magnitli ajratish va fraksiyalash texnologiyalaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Masalan, beton chiqindilarini maydalash va metall elementlardan ajratish orqali qayta ishlangan mineral to‘ldiruvchilar olish mumkin. Ushbu materiallardan yo‘l qurilishi, hududlarni tekislash va tegishli texnik talablarga javob beradigan boshqa qurilish ishlarida foydalanish imkoniyati mavjud. Biroq qayta ishlangan materiallarni konstruktiv beton ishlab chiqarishda qo‘llashdan oldin ularning mustahkamligi, suv shimuvchanligi va boshqa texnik xususiyatlarini laboratoriya sharoitida tekshirish zarur. Tadqiqotda qurilish chiqindilarini boshqarishning tashkiliy-texnologik modeli ham taklif etildi. Ushbu model chiqindilar hosil bo‘lishining oldini olish, ularni manbada saralash, xavfsiz tashish, qayta ishlash, sifatini nazorat qilish va ikkilamchi mahsulot sifatida foydalanish bosqichlarini qamrab oladi. Mazkur jarayonlarning o‘zaro muvofiqlashtirilishi chiqindilarning nazoratsiz joylashtirilishini kamaytirish va qayta ishlashga yaroqli materiallardan samarali foydalanish uchun sharoit yaratadi.

Raqamli texnologiyalarni joriy etish ham chiqindilarni boshqarish samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishi hisoblanadi. BIM texnologiyasi qurilish loyihalarida materiallar sarfini oldindan hisoblashga, GPS va GIS tizimlari chiqindilarni tashish yo‘nalishlarini kuzatishga, elektron ma’lumotlar bazalari esa chiqindilarning miqdori va harakati to‘g‘risidagi axborotlarni tizimlashtirishga yordam beradi. Sun’iy intellekt va avtomatlashtirilgan saralash vositalari esa chiqindilarni tasniflash jarayonlarini takomillashtirish imkoniyatiga ega. Muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, qayta ishlash texnologiyalarining samaradorligi faqat uskunalarning texnik imkoniyatlariga emas, balki chiqindilarning tarkibi, tashish masofasi, energiya sarfi, ikkilamchi mahsulot sifatiga va unga bo‘lgan talabga ham bog‘liq. Shu sababli texnologiyalarni tanlashda ekologik samaradorlik bilan bir qatorda iqtisodiy xarajatlarni ham baholash lozim. Bunda hayotiy sikl tahlili va xarajatlar tahlilidan foydalanish maqsadga muvofiq. Umuman olganda, tadqiqot natijalari qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish, zamonaviy qayta ishlash texnologiyalarini qo‘llash va raqamli monitoringni rivojlantirish orqali tabiiy resurslardan foydalanishni optimallashtirish mumkinligini asoslaydi. Taklif etilgan modelning amaliy samaradorligini aniqlash uchun qurilish obyektlarida tajriba-sinov ishlarini olib borish, chiqindilarning boshlang‘ich va yakuniy miqdorini hisoblash hamda qayta ishlash xarajatlarini taqqoslash zarur. Ushbu yondashuv qurilish sanoatida ekologik xavfsizlikni mustahkamlash va aylanma iqtisodiyot tamoyillarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish va qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirish ekologik xavfsizlikni ta’minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hamda qurilish sanoatining barqarorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi: Birinchidan, qurilish chiqindilarini boshqarish chiqindi hosil bo‘lishining oldini olishdan boshlanib, qayta foydalanish, saralash, qayta ishlash va yakuniy joylashtirishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni qamrab olishi zarur. Ikkinchidan, beton, temir-beton, g‘isht, metall, yog‘och va plastmassa chiqindilarini alohida yig‘ish hamda tegishli texnologiyalar asosida qayta ishlash ikkilamchi xomashyo olish imkoniyatini kengaytiradi. Bunda qayta ishlangan mahsulotning sifati va xavfsizligi laboratoriya nazorati orqali tasdiqlanishi lozim. Uchinchidan, raqamli monitoring, BIM, GIS, GPS va sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish chiqindilar oqimini kuzatish, tashish jarayonlarini rejalashtirish va boshqaruv qarorlarining asoslanganligini oshirishi mumkin. To‘rtinchidan, qayta ishlash texnologiyalarining ekologik va iqtisodiy samaradorligini baholashda faqat qayta ishlangan chiqindilar miqdorini emas, balki energiya sarfi, tashish masofasi, mahsulot sifati va hayotiy sikl xarajatlarini ham hisobga olish zarur. Beshinchidan, taklif etilgan boshqaruv modelini qurilish obyektlarida bosqichma-bosqich sinovdan o‘tkazish, olingan natijalarni tahlil qilish va samarali mexanizmlarni kengaytirish maqsadga muvofiq. Umuman olganda, qurilish chiqindilarini tizimli boshqarish va qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish chiqindilarni ekologik muammo sifatida emas, balki iqtisodiy qiymatga ega ikkilamchi resurs sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Mazkur yondashuv aylanma iqtisodiyot tamoyillarini rivojlantirish va barqaror qurilish amaliyotini kengaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. European Parliament and Council. Directive 2008/98/EC of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union, 2008. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02008L0098-20180705
2. Iyiola C. O., Shakantu W., Daniel E. I. Digital Technologies for Promoting Construction and Demolition Waste Management: A Systematic Review. Buildings, 2024, 14(10), 3234. https://doi.org/10.3390/buildings14103234
3. Wu Z., Pei T., Bao Z., et al. Utilizing intelligent technologies in construction and demolition waste management: From a systematic review to an implementation framework. Frontiers of Engineering Management, 2025, 12, 1–23. https://doi.org/10.1007/s42524-024-0144-4
4. Tighnavard Balasbaneh A., Sher W., Li J., et al. Systematic Review of Construction Waste Management Scenarios: Informing Life Cycle Sustainability Analysis. Circular Economy and Sustainability, 2025, 5, 529–553. https://doi.org/10.1007/s43615-024-00424-z
5. World Bank. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018.
6. ISO 14001:2015. Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization, 2015.