

SANOAT CHIQINDILARIDAN FOYDALANGAN HOLDA UGLEROD CHIQINDISIZ SEMENT ISHLAB CHIQARISHNING EKOLOGIK VA TEXNOLOGIK STRATEGIYALARI

G'.M.Norkulov

Samarqand viloyati Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
boshqarmasining ta'lim jarayonini tashkil etish shu'basi boshlig'i.
Samarqand davlat arxitektura va qurilish universitetining mustaqil tadqiqotchisi.
+99891-555-34-80 E-mail: <gajratnorkulov@gmail.com>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.18175133>

Annotatsiya. Mazkur maqolada sement ishlab chiqarish sohasida uglerod chiqindilarini kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtirish masalalari tahlil qilinadi. Sanoat chiqindilaridan xomashyo sifatida foydalanish asosida uglerod chiqindisiz yoki kam uglerodli sement ishlab chiqarishning texnologik va ekologik strategiyalari yoritilgan[2]. Tadqiqotda resurs tejamkorlik, chiqindilarni utilizatsiya qilish va barqaror rivojlanish tamoyillari asosida kompleks yondashuv taklif etiladi[5].

Shuningdek, shlak, g'isht chiqindilari va qurilish chiqindilari kabi sanoat chiqindilarining ximiyoviy va mineralogik tarkibi o'rganildi va ulardan sement ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyatlari aniqlandi. Sanoat chiqindilaridan 20–35% qo'shilsa, sement ishlab chiqarishda CO₂ ajralib chiqishini 15–25%ga kamaytirish, shu bilan birga energiya iste'molini 10–15%ga tejash mumkin.[4]

Kalit so'zlar: sement sanoati, sanoat chiqindilari, uglerod chiqindisi, ekologik strategiya, barqaror rivojlanish.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы сокращения углеродных выбросов в цементной промышленности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Основанные на промышленных отходах стратегии производства цемента с низким или нулевым содержанием углерода рассматриваются с технологической и экологической точек зрения. В исследовании предлагается комплексный подход, основанный на принципах ресурсосбережения, утилизации отходов и устойчивого развития.

Также изучен химический и минералогический состав промышленных отходов, таких как шлак, кирпичные отходы и строительные остатки, и определены возможности их использования в производстве цемента. При добавлении 20–35% промышленных отходов можно снизить выбросы CO₂ на 15–25% и одновременно сократить потребление энергии на 10–15%

Ключевые слова: цементная промышленность, промышленные отходы, углеродные выбросы, экологическая стратегия, устойчивое развитие.

Abstract. This paper analyzes the reduction of carbon emissions in cement production and the minimization of negative environmental impacts. Technological and ecological strategies for producing low- or zero-carbon cement using industrial wastes as raw materials are discussed. The study proposes a comprehensive approach based on resource efficiency, waste utilization, and sustainable development principles.

The chemical and mineralogical composition of industrial wastes, such as slag, brick debris, and construction waste, was examined, and their potential use in cement production was evaluated. Adding 20–35% of industrial wastes can reduce CO₂ emissions by 15–25% while simultaneously saving 10–15% of energy consumption.

Keywords: cement industry, industrial wastes, carbon emissions, environmental strategy, sustainable development.

Kirish. Sement qurilish sanoatining strategik ahamiyatga ega asosiy bog'lovchi materiali hisoblanadi va zamonaviy infratuzilmani rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. Shu bilan birga, an'anaviy sement ishlab chiqarish texnologiyalari yuqori haroratda klinker tayyorlash, katta miqdorda energiya sarfi va atmosferaga uglerod gazlari chiqishi bilan tavsiflanadi. Bu holat sement sanoatini ekologik nuqtai nazardan eng mas'uliyatli tarmoqlardan biri sifatida ko'rib chiqishni talab qiladi[2,3].

Ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, sement ishlab chiqarish jarayonlaridagi uglerod chiqindilarining asosiy qismi klinker hosil bo'lish bosqichi bilan bog'liq. Shu sababli, sement sanoatida ekologik barqarorlikka erishish masalasi faqat energiya samaradorligini oshirish bilan cheklanib qolmasdan, klinker ulushini kamaytirish va alternativ xomashyo manbalarini joriy etishni taqozo etadi [3].

Mazkur maqolada sanoat chiqindilaridan foydalangan holda uglerod chiqindilarini kamaytirishga qaratilgan texnologik va ekologik strategiyalar tahlil qilinib, ularning amaliy ahamiyati yoritiladi [4].

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi. So'nggi yillarda sement sanoatida uglerod chiqindilarini kamaytirish masalasi ilmiy tadqiqotlarda dolzarb yo'nalish sifatida qaralmoqda. Adabiyotlarda sanoat chiqindilarini, xususan, metallurgiya shlaklari, energetika kullari va qurilish chiqindilarini sement ishlab chiqarishda qo'llash klinker miqdorini qisqartirish va tabiiy resurslarni tejash imkonini berishi ta'kidlangan.

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarda O'zbekiston sharoitida sanoat chiqindilaridan foydalanishning amaliy samaradorligi yetarlicha chuqur yoritilmagan. Shu sababli, sanoat chiqindilaridan foydalangan holda kam uglerodli sement ishlab chiqarish strategiyalarini kompleks tahlil qilish dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot sement ishlab chiqarishda sanoat chiqindilaridan foydalanish orqali uglerod chiqindilarini kamaytirish imkoniyatlarini baholashga qaratilgan. Tadqiqotda mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar, me'yoriy hujjatlar hamda sohaviy materiallar tahlil qilindi. Tahliliy va umumlashtirish metodlari orqali taklif etilayotgan strategiyalarning ekologik va iqtisodiy samaradorligi nazariy jihatdan baholandi.

Olingan natijalar asosida sanoat chiqindilaridan foydalangan holda uglerod chiqindisiz yoki kam uglerodli sement ishlab chiqarishning ekologik va texnologik strategiyalari shakllantirildi hamda ularning amaliy qo'llanish istiqbollari baholandi.

Sement ishlab chiqarishning ekologik muammolari. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarga ko'ra, sement sanoati global miqyosda uglerod chiqindilari shakllanishida sezilarli ulushga ega. Bu holat sement ishlab chiqarish jarayonlarini ekologik talablar asosida qayta ko'rib chiqish zarurligini ko'rsatadi. Chiqindilarning asosiy qismi klinker minerallarining hosil bo'lishi va yoqilg'i yonish jarayonlari bilan bog'liq bo'lib, qolgan qismi elektr energiyasi sarfi hissasiga to'g'ri keladi[4].

Shu nuqtai nazardan, sement sanoatida ekologik muammolarni hal etish uchun klinker ulushini qisqartirish, alternativ xomashyo va ko'p komponentli sement turlarini joriy etish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi.

An'anaviy sement ishlab chiqarish texnologiyasi klinker tayyorlash jarayoniga asoslanadi.

Bu jarayonda ohaktoshni yuqori haroratda yondirish natijasida uglerod gazlari ajralib chiqadi. Shuningdek, yoqilg'i yondirilishi ham qo'shimcha uglerod chiqindilari manbai hisoblanadi.

Ekologik nuqtai nazardan, ushbu jarayonlar havo sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatib, inson salomatligi va tabiiy ekotizimlarga xavf tug'diradi. Shu sababli, sement sanoatida ekologik barqaror texnologiyalarga o'tish muhim vazifalardan biriga aylanmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 18 noyabrdagi "Ekologiya va turizm sohalarida aholi talablariga tezkor javob bera oladigan boshqaruv tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida PF-217-son Farmonida ham Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida belgilangan vazifalarni tezkor hamda yangi yondashuv asosida sifatli tashkil etish bo'yicha ham bir qancha vazifalar belgilab berildi[1].

Muhimi shundaki, zamonaviy ekologik yondashuv sementni faqat qurilish materiali sifatida emas, balki atrof-muhitga ta'siri boshqariladigan muhandislik tizimi sifatida qarashni talab qiladi. Shu nuqtai nazardan, ko'p komponentli sementlar CO₂ chiqindilarini kamaytirish bilan bir qatorda betonning uzoq muddatli barqarorligini ham ta'minlaydi[4].

Ko'p komponentli sementlar klinker ulushini pasaytirish orqali kimyoviy dekarbonizatsiya manbasidan kelib chiquvchi CO₂ chiqindilarini tizimli ravishda cheklash imkonini berishligi ilmiy asoslangan[4]

Sanoat chiqindilaridan xomashyo sifatida foydalanish. Sement ishlab chiqarishda sanoat chiqindilaridan foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali yechim sifatida qaralmoqda.

Ilmiy hisob-kitoblarga ko'ra, 1 tonna portlandsement klinkeri ishlab chiqarish jarayonida katta miqdorda CO₂ atmosferaga chiqariladi. Shu sababli, klinker ulushini kamaytirish orqali uglerod chiqindilarini qisqartirish muhim ahamiyat kasb etadi[4].

Metallurgiya shlaklari, issiqlik elektr stansiyalari kullari va qurilish chiqindilari tarkibida sement ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan mineral komponentlar mavjud. Ushbu chiqindilarni sement tarkibiga qo'shimcha sifatida kiritish klinker miqdorini kamaytirish, tabiiy resurslardan foydalanish hajmini qisqartirish va chiqindilarning atrof-muhitga salbiy ta'sirini pasaytirish imkonini beradi [5].

Uglerod chiqindisiz sement ishlab chiqarish strategiyalari. Uglerod chiqindisiz yoki kam uglerodli sement ishlab chiqarish bir qator kompleks chora-tadbirlarni o'z ichiga oladi.

Jumladan, klinker ulushini kamaytirish, sanoat chiqindilarini faol mineral qo'shimchalar sifatida qo'llash, energiya samarador texnologiyalarni joriy etish va alternativ yoqilg'ilardan foydalanish ushbu strategiyalarning asosiy yo'nalishlari hisoblanadi [5].

Texnologik yondashuv va innovation yechimlar. Sanoat chiqindilaridan foydalangan holda sement ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarni optimallashtirish muhim hisoblanadi. Chiqindilarning granulometriyasi, kimyoviy tarkibi va reaksiya qobiliyati hisobga olinib, maxsus resepturalar ishlab chiqiladi. Innovation yechimlar qatoriga past haroratli texnologiyalar, alternativ bog'lovchi moddalar va yangi avlod sement turlarini kiritish mumkin. Bu yechimlar ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish bilan birga, ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilaydi.

Ekologik va iqtisodiy samaradorlik.

Bugungi kunda ko'p komponentli sementlarga o'tish — ekologik yechim sifatida qaralmoqda[5]. Ko'p komponentli sementlar—bu tarkibida portlandsement klinkeridan tashqari granullangan domna shlagi, pussolanlar, metakolin, termik aktivlashtirilgan gillar va sanoat chiqindilari mavjud bo'lgan kompozision bog'lovchi materiallardir.

Ekologik nuqtai nazardan, ushbu yondashuv atmosferaga chiqadigan CO₂ miqdorini kamaytirish, chiqindilarni ikkinchi darajali resurs sifatida qayta ishlatish va beton konstruksiyalarining uzoq muddatli chidamliligini oshirish imkonini beradi. Bu esa qurilish inshootlarining xizmat muddatini uzaytirish orqali umumiy uglerod izini yanada qisqartirishga olib keladi [5].

Muhimi, ko'p komponentli sementlar **qurilish sifatini pasaytirmasdan**, aksincha, ximiyaviy barqarorlik va uzoq muddatli mustahkamlikni oshirish orqali ekologik samaradorlikka erishiladi[6].

Sanoat chiqindilaridan foydalanish asosida ishlab chiqarilgan sement ekologik jihatdan afzalliklarga ega. Uglerod chiqindilarining kamayishi atmosfera ifloslanishini pasaytiradi va iqlim o'zgarishiga salbiy ta'sirni kamayadi[5].

Iqtisodiy jihatdan esa, xomashyo xarajatlarining qisqarishi va chiqindilarni utilizatsiya qilish bilan bog'liq muammolarning hal etilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi. Bu esa korxonalar uchun qo'shimcha iqtisodiy foyda manbai hisoblanadi[5].

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, sanoat chiqindilaridan foydalangan holda uglerod chiqindisiz sement ishlab chiqarish ekologik va texnologik jihatdan istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Ushbu yondashuv tabiiy resurslarni tejash, chiqindilar miqdorini kamaytirish va atrof-muhitni muhofaza qilishga xizmat qiladi[5]

Taklif etilgan strategiyalar sement sanoatida barqaror rivojlanishni ta'minlashga qaratilgan bo'lib, ularni amaliyotga joriy etish kelgusida ekologik xavflarni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 18 noyabrdagi "Ekologiya va turizm sohalarida aholi talablariga tezkor javob bera oladigan boshqaruv tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida" PF-217-son Farmoni.
2. Yusupov X.X., Abdullayev J.A. Sanoat chiqindilarini qayta ishlash va ulardan foydalanish. – Toshkent: Fan, 2017.
3. Nurmatov N.N. Qurilish materiallari sanoatida resurs tejamkor texnologiyalar. – Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2019.
4. Mirzayev M.M., Qodirov A.A. Sement va beton texnologiyasi. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2018.
5. Karimov B.B. Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2014.
6. So'nggi yillardagi ilmiy maqola yoki me'yoriy hujjat.