

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

24-april, 2025



engineer.tstu.uz

**MUHAMMADAMIN KABULOVICH TOHIROVNING TAVALLUDINING
80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA
TEXNOLOGIYALARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining akademigi, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiysi, texnika fanlari doktori, professor **Muhammadamin Kabulovich Tohirovning tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan “Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.

Muhammadamin Kabulovich kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda Muhammadamin Kabulovich Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan, bu esa ularning qurilish materialshunosligi sohasiga qo'shgan ilmiy hissasining xalqaro miqyosdagi e'tirofi bo'ldi. Ular o'z ilmiy faoliyati davomida 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqola va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomasi yaratganlar.

Ushbu konferensiyaning asosiy maqsadi – qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash hamda qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalarini muhokama qilish, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini aniqlashdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. **Resurs va quvvatni tejaydigan qurilish materiallari va texnologiyalari** – zamonaviy ekologik va iqtisodiy talablarni qondirishga qaratilgan innovatsion yechimlar.
2. **Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari - muhandislik** va texnologik yechimlarni takomillashtirish yo'nalishlari.
3. **Arxitektura va shaharsozlik** – estetik va funksional jihatlarni uyg'unlashtirgan zamonaviy loyihalar yaratish.
4. **Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish** – kelajak mutaxassislarini yuqori malakali darajada tayyorlash uchun ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

Experimental test methods for the properties of building materials based on class "f" and "c" ash from a thermal power plant

Z.M. Sattorov¹^a, N.A. Madraimov¹

¹Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article covers the analysis of the technology of recycling into building materials by using ash of classes F (fly ash) and C (bottom ash) emitted by thermal power plants. It also shows the analysis of the physicochemical properties of ash and slag, the directions of use in building materials and environmental effects. The results of the assessment of the significance of new technologies for increasing the efficiency of production of building materials from waste and minimizing their impact on the environment are presented.

Keywords: waste recycling, thermal power plants, construction materials, environmental safety, fly ash, ceramics

Issiqlik elektr stansiyasidan chiqadigan “f” va “c” sinfli kullari asosidagi qurilish materiallarining xossalarini tajriba-sinov usullari

Sattorov Z.M.¹^a, Madraymov N.A.¹

¹Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada issiqlik elektr stansiyalaridan chiqariladigan F (uchuvchi kul) va C (kul qoldig'i) sinfli kullardan foydalanish orqali qurilish materiallariga qayta ishlash texnologiyalarini tahlil qilish yoritilgan. Shuningdek, kul va toshqollarning fizik-kimyoviy xossalari, qurilish materiallaridagi foydalanish yo'nalishlari va ekologik samaralari tahlili ko'rsatilgan. Kullardan qurilish materiallarini ishlab chiqarishdagi samaradorlik va ularning ekologik ta'sirini minimizatsiya qilish uchun yangi texnologiyalarning ahamiyatini baholash natijasi keltirilgan.

Kalit so'zlar: chiqindilarni qayta ishlash, issiqlik elektr stansiyalari, qurilish materiallari, ekologik xavfsizlik, uchuvchi kul, keramika

1. Kirish

Hozirgi kunda chiqindilarni qayta ishlash va boshqarish masalalari qoniqarli deb baholab bo'lmaydi. Dunyoda chiqindilarning ko'payishi va cheklangan resurslar muammosi ekologik jihatdan eng dolzarb va global bo'lgan masalalardan biriga aylandi. Chiqindilarni qayta ishlash faoliyati orqali turli xo'jalik sohalari uchun zarur bo'lgan xom ashyo mahsulotlarini olish iqtisodiyotni samarali boshqarish uchun muhim ahamiyatga ega. Chiqindilarni qayta ishlashning eng samarali usullaridan biri – ularni ishlab chiqarishda foydalanish yoki qayta ishlash texnologiyalarini qo'llash hisoblanadi. Bu usul nafaqat ekologiya va atrof-muhitga, balki iqtisodiyotga ham katta ta'sir ko'rsatadi. Har bir chiqindilar manbasidan kerakli xom ashyo olish mumkin. Shu bilan birga, bu orqali ko'p sonli ish o'rinlari yaratiladi va jamiyatning ekologik qarashlarini oshirishga xizmat qiladi. Chiqindilar bilan bog'liq ishlarni amalga oshirish tizimini isloh qilish doirasida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 1-yanvardagi “Chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish va ularning ekologik vaziyatga salbiy ta'sirini kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida”gi PQ-5-sonli qarori qabul qilindi [1].

Ushbu tadqiqotda issiqlik elektr stansiyalarining F (Uchuvchi kul) va C (Kul qoldig'i) sinfli kullaridan olinadigan qurilish materiallari tahlil qilinib chiqiladi. Ushbu kullar issiqlik elektr stansiyalarida ko'mir yoki boshqa yoqilg'ilarni yoqish orqali paydo bo'ladi. Hozirgi

kunda kullarning qayta ishlanishi nafaqat ekologik xavfsizlikni ta'minlash, balki qurilish materiallarining sifatini oshirishga ham xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili. Qurilish materialshunosligining hozirgi kundagi muhim vazifalaridan biri, yuqori sifatli, arzon narxdagi, mustahkam va energiya tejamkor bo'lgan mahalliy xom ashyolar va ikkilamchi resurslardan foydalangan holda samarali va arzon qurilish materiallarini ishlab chiqarish hisoblanadi. Buning ortidan qurilish sohasidagi resurslar tejamlorligi va ekologik xavfsizlikka bo'lgan talablar ham yanada kuchayadi. Issiqlik elektr stansiyasidan chiqadigan F va C sinfli kullari asosida qurilish materiallari olish bo'yicha xorijiy (Hindiston, Malayziya, Rossiya) olimlar Virendra Kumar Yadav, Amel Gacem, Nisha Choudhary, Ashita Rai, Mohamed Abbas, Nidhal Ben Khedher, Nasser S. Awwad, Debabrata Barik Saiful Islam, Madawala Liyanage Duminda Jayaranjan, Eric D. van Hullebusch & Ajit P. Annachhatre, Abdulhameed Umar Abubakar, Khairul Salleh Baharudin, A.G.Malchik, S.V.Litovkin, P.V.Rodionov, V.V.Kozik, M.A.Gaydamak tadqiqot ishlarini olib borishgan va ularning quyidagi tadqiqotlari tahlil qilindi.

1. Virendra Kumar Yadav, Amel Gacem, Nisha Choudhary, Ashita Rai, Pankaj Kumar, Krishna Kumar, Mohamed Abbas, Nidhal Ben Khedher, Nasser S. Awwad, Debabrata Barik Saiful Islam “Ko'mirga asoslangan issiqlik elektr stansiyalarining holati, ko'mir kullari va ularning Hindiston sanoatida qo'llanilishi (Status of coal-based thermal power plants, coal fly ash production, utilization in

^a <https://orcid.org/0000-0001-9824-1491>

India)” bo’yicha tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ushbu tadqiqotda Hindistondagi ko’mir asosida ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalarining rivojlanish holati, ulardan chiqariladigan ko’mirni yonishdagi uchuvchi kulning qayta ishlanishi hamda uning yangi qo’llanish sohalari haqida ma’lumot berilgan. Hindistonda issiqlik elektr stansiyalari asosiy energiya manbai sifatida faoliyat yuritib, ko’mir yoqishdan katta miqdorda uchuvchi kul ishlab chiqariladi. Ushbu tadqiqot, ko’mir chiqindilarining atrof-muhitga ekologik ta’sirini kamaytirish va uni qayta ishlashning muhimligini yoritadi. Tadqiqotda, uchuvchi kuldin beton va sement ishlab chiqarishda foydalanish, qurilish sohasidagi yangi qo’llanishlar, ekologik va iqtisodiy samaralar bo’yicha tadqiqotlar olib borilgan. Ko’mir chiqindilarini qayta ishlash natijasida resurslar tejash, chiqindilarni kamaytirish va atrof-muhitga bo’lgan ta’sirni minimizatsiya qilish imkoniyatlari haqida qo’shimcha ma’lumotlar beriladi. Ushbu tadqiqot, ko’mir chiqindilarini samarali va ekologik toza qayta ishlash yo’llari hamda uning yangi foydalanish sohalari rivojlantirishga qaratilgan [2].

2. Madawala Liyanage Duminda Jayaranjan, Eric D. van Hullebusch, Ajit P. Annachatre “Ko’mir bilan ishlaydigan elektr stansiyalarining kul qoldiqlari va uchib ketuvchi kullar uchun qayta foydalanish yo’llari (Reuse options for coal fired power plant bottom ash and fly ash)” bo’yicha tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ushbu tadqiqotda ko’mir bilan ishlaydigan issiqlik elektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqarilgan kul qoldiqlari (bottom ash) va uchuvchi kullarning (fly ash) qayta foydalanish imkoniyatlari hamda ularning turli sohalardagi qo’llanishi tahlil qilingan. Tadqiqotda, kul qoldig’i va uchuvchi kullarning qurilish materiallari, sement ishlab chiqarish, asfalt, beton kabi turli yo’nalishlarida samarali foydalanish imkoniyatlari ko’rsatiladi. Shuningdek, bunday qayta ishlangan materiallarning atrof-muhitga ekologik ta’siri, resurslarni tejash va chiqindilarni kamaytirishdagi ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotdagi kul qoldig’i va uchuvchi kullarni yangi texnologiyalar orqali qayta ishlanishi, ularni qurilish va energiya manbaalarini ishlab chiqarish sohalardagi samaradorligi hamda ekologik baholanishiga qaratilgan. Hozirgi kunda ko’mir elektr stansiyalaridan chiqariladigan kullar, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslarni tejashda muhim ahamiyatga ega bo’lib, ularning qayta ishlanishi ekologik va iqtisodiy jihatdan ahamiyatli hisoblanadi [3].

3. Abdulhameed Umar Abubakar, Khairul Salleh Baharudin “Malayziya issiqlik elektr stansiyalaridan chiqadigan ko’mir kullaridan qurilishda foydalanish imkoniyatlari (Potential use of Malaysian thermal power plants coal bottom ash in construction)” bo’yicha tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ushbu tadqiqotda Malayziyaning issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqarilgan ko’mir kulining qoldiqlarini (bottom ash) qurilish sohasida foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Malayziyadagi issiqlik elektr stansiyalarida ko’mir yoqish jarayonida katta miqdorda kul qoldiqlari ishlab chiqariladi va uning fizik-kimyoviy xossalari bilan qurilish materiallari sifatida ishlatish uchun mukammal xom ashyo bo’lishi mumkin. Tadqiqotda kul qoldiqlarini beton, asfalt, sement va boshqa qurilish materiallarini ishlab chiqarishda qo’llash imkoniyatlari va ularning ekologik iqtisodiy samaralari ko’rsatiladi. Shuningdek, kul qoldiqlarining qayta ishlanishi va foydalanishining atrof-muhitga bo’lgan ta’siri, chiqindilarni kamaytirish va tabiiy resurslarni tejashdagi ahamiyatiga e’tibor qaratilgan. Tadqiqotlar, kul qoldiqlarini qurilish materiallari sifatida foydalanilishi, bu

materiallardan ishlab chiqarilgan buyumlarning sifatini oshirish va ularning ekologik foydalanishini ta’minlash imkoniyatlarini o’rganadi [4].

4. A.G.Malchik, S.V.Litovkin, P.V.Rodionov, V.V.Kozik, M.A.Gaydamak “Qurilish keramikasi ishlab chiqarishda issiqlik elektr stansiyalarining kul va toshqol chiqindilaridan foydalanish texnologiyasini tahlil qilish (Analyzing the technology of using ash and slag waste from thermal power plants in the production of building ceramics)” bo’yicha tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ushbu tadqiqotda issiqlik elektr stansiyalaridan chiqarilgan kul va toshqol chiqindilarining qurilish keramikasi ishlab chiqarishda qo’llanish texnologiyalari tahlil qilingan. Tadqiqotda, ko’mir yoqish jarayonida ishlab chiqariladigan kul va toshqollar, qurilish keramikasiga qo’shish orqali yangi materiallar ishlab chiqarishdagi o’rni va ularning fizik-kimyoviy xossalari yoritiladi. Kul va toshqollarning keramika ishlab chiqarishdagi foydalanilishi, ekologik jihatdan chiqindilarni kamaytirish va resurslarni tejash imkoniyatlarini hamda bu materiallardan olingan buyumlarning sifatini oshirishga ta’siri to’g’risidagi ma’lumotlar beriladi. Shuningdek, tadqiqotda ushbu qayta ishlanadigan chiqindilarning umumiy ishlab chiqarish jarayoniga integratsiya qilish bo’yicha yangi texnologiyalar, buyumlarning barqarorligini va atrof-muhitga zararsizligini ta’minlashdagi ahamiyatiga e’tibor qaratilgan. Tavsiflangan tadqiqot, qurilish keramikasi uchun ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali materiallarni ishlab chiqarishning zamonaviy usullarini takomillashtirishga yordam beradi [5].

Tadqiqot metodologiyasi. “Qurilish keramikasi ishlab chiqarishda issiqlik elektr stansiyalarining kul va toshqol chiqindilaridan foydalanish texnologiyasini tahlil qilish (Analyzing the technology of using ash and slag waste from thermal power plants in the production of building ceramics)” bo’yicha tadqiqotning metodologiyasi o’rganildi. Ushbu tadqiqotda kul va toshqol chiqindilarni qurilish keramikasi ishlab chiqarishda qo’llashning samaradorligini baholash maqsadida bir qator tajriba-sinov va tahlil usullari qo’llanildi. Tadqiqot metodologiyasi quyidagicha shakllantirildi:

Chiqindilarning to’planishi va tavsifini aniqlash: issiqlik elektr stansiyalaridan yig’ilgan kul va toshqollar turli joylardan olinadi va ularning fizik-kimyoviy xossalari (mikro tuzilishi, kimyoviy tarkibi, mineralogik yozilish va sh.k.) tahlil qilinadi; chiqindilarning turli xossalari, masalan, mexanik kuchlanish va suv shimuvchanligini o’rganish uchun laboratoriya sharoitida tadqiqotlar o’tkazildi [5].

Ishlab chiqarish jarayonini modellash: qurilish keramikasi ishlab chiqarish texnologiyasida kul va toshqollarni qo’shishning turli miqdorlari va ularning sinov materiallariga ta’siri hamda natijada keramika buyumning sifatini tahlil qilish uchun turli tajriba-sinovlar o’tkazildi; texnologik ko’rsatkichlarni (harorat, vaqt, sinov materiallari) o’zgarishini, qo’shilgan materiallarning keramika ishlab chiqarish jarayoniga ta’sirini baholash maqsadida simulyatsiyalar va statistik modellash tirish amalga oshiriladi.

Qurilish keramikasi buyumlarining fizik-kimyoviy xossalari baholash: tadqiqotda ishlab chiqarilgan keramika buyumlari (plitka va boshqa buyumlar)ning barqarorligi, mustahkamligi, suv shimuvchanligi laboratoriya sharoitida tajriba-sinovlar olib borish orqali o’rganiladi; xossalarining yaxshilanishi va ekologik samaradorligi hamda keramika buyumlarning atrof-muhitga zararsizligini aniqlash uchun tajriba-sinovlar olib boriladi.



Ekologik va iqtisodiy tahlil: tadqiqotda, kul va toshqol chiqindilarining qayta ishlanishi iqtisodiy tomondan samarali ekanligi baholanadi; shuningdek, qayta ishlash natijasida chiqindilarni kamaytirish va tabiiy resurslardan tejash imkoniyatlari aniqlanadi.

Natijalarni tahlil qilish: turli miqdordagi kul va toshqollarning keramika buyumlarning sifatini qanday yaxshilashga yordam berishini tahlil qilish maqsadida statistik tahlil usullari va samaradorlik ko'rsatkichlari qo'llaniladi.

2. Tadqiqot metodikasi

“Qurilish keramikasi ishlab chiqarishda issiqlik elektr stansiyalarining kul va toshqol chiqindilaridan foydalanish texnologiyasini tahlil qilish (Analyzing the technology of using ash and slag waste from thermal power plants in the production of building ceramics)” tadqiqotidagi tajriba-sinov usullari quyidagicha shakllantirildi [5]:

1. Fizik-kimyoviy xossalarni tahlil qilish.

Kul va toshqollarning kimyoviy tarkibini aniqlash: kul va toshqollarning har bir namunasining kimyoviy tarkibi, ya'ni asosiy elementlar (silikatlar, alyumosilikatlar va boshqalar) va mineral moddalar tuzilishi spektroskopiya yoki kimyoviy tahlil usullari orqali tekshirildi.

Mexanik xossalarni o'rganish: mexanik kuch, egiluvchanlik va yemirilishga qarshi turish xossalarni aniqlash uchun kul va toshqollarning material sifatida ishlatiladigan beton yoki keramika bilan aralashgan holda tajriba-sinovlar o'tkazildi.

2. Qurilish keramikasini ishlab chiqarish.

Keramika ishlab chiqarish jarayoni: kul va toshqollarning turli miqdorlarini sinov materiallariga qo'shish orqali ishlab chiqarilgan keramika buyumlari (plitka va boshqa)ning sifatini o'rganish uchun tajribalar o'tkazildi.

Harorat va olovga bo'lgan ta'sirini tekshirish: maqsadli haroratlarda (keramika uchun standart haroratlarning 800-1000°C oralig'ida) keramika buyumlarini zamonaviy texnologiyalar orqali ishlab chiqarish va ularning mustahkamligini hamda issiqlik bardoshligini tekshirish.

3. Beton va keramika mahsulotlarining xossalari.

Suvga bo'lgan ta'sir (gigroskopiya): beton va keramika mahsulotlarining suv shimuvchanligi, suvga to'yinganligi va suvga chidamlilik xossalari laboratoriya sharoitida maxsus havo va suv yoki dinamik sinovlar orqali tekshirildi [6, 7, 8, 9].

Mustahkamlik va chidamlilik sinovlari: buyumlarning mustahkamligi, qattiqligi, izometriyasi va deformatsiyaga qarshi turish xususiyatini aniqlash uchun mexanik kuchlanish tajriba-sinovlari o'tkazildi.

4. Ekologik ta'sirni baholash.

Gaz chiqishlari va havo tozaligi: qayta ishlangan kul va toshqollardan ishlab chiqarilgan keramika materiallarining yoqilishi, ularning atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishda ekologik foydali yoki zararli oqibatlarini aniqlash maqsadida tajriba-sinovlar o'tkazildi.

Qayta ishlangan materiallarning emissiyasi (ionlar chiqarishi): kul va toshqollarning qayta ishlanishini tekshirishda ulardan chiqarilgan har xil emissiyalarni tahlil qilish, gazlar va chiqindilar hajmini kamaytirilishi o'rganildi.

5. Qurilish keramikasi mahsulotlarining fizik-kimyoviy tahlili usullari.

Mikroskopik va spektroskopik tekshiruv: keramika mahsulotlarining tuzilmasini aniqlash uchun mikroskopik tahlillar (SEM, XRD) qo'llanildi. Bu usullar materiallardagi mikro tuzilma, mineralogik tuzilishi va fazaviy shakli haqida ma'lumot olishga yordam berdi.

Kimyoviy va mexanik sinovlar: ishlab chiqarilgan keramika materiallarining mustahkamligi, haroratga bo'lgan barqarorligi va kimyoviy reaksiyalarga qarshi turish xususiyatlarini baholash uchun turli tajriba-sinovlar amalga oshirildi.

6. Iqtisodiy va ekotexnologik sinovlar.

Qayta ishlash samaradorligini baholash: kul va toshqollarning qayta ishlanish jarayonining iqtisodiy samaradorligi hisoblandi. Buning uchun materiallar xarajatlari, energiya sarfi va mahsulotning barqarorligini baholash uchun modullar va simulyatsiyalar amalga oshirildi.

Kul va toshqollarning fizik-kimyoviy xossalari.

1. Kul va toshqollarning kimyoviy tarkibi.

Tadqiqot natijalari ko'rsatishicha, kul va toshqollar asosan silikatlar va alyumosilikatlardan tashkil topgan. Bu ularni qurilish keramikasini ishlab chiqarishda foydalanish uchun mos keladigan materiallar sifatida tan olishga asos yaratdi. Kuldagi yuqori miqdordagi kremniy (SiO_2) va aluminij oksidlari (Al_2O_3) keramika ishlab chiqarishda muhim hisoblanadi [10, 11, 12].

Toshqollarning tuzilishi: Toshqollarning tuzilishi ularning keramika ishlab chiqarishdagi samaradorligini aniqlashda muammo tug'dirdi. Kulga nisbatan toshqollar katta o'lchamli zarralar va kuchligini kamaytirish xususiyatiga ega bo'lishi mumkin, bu esa ba'zi holatlarda mahsulotning sifatini pasaytiradi.

2. Keramika mahsulotlarining sifatini baholash.

Mexanik xossalari: Tadqiqotlarda ishlab chiqarilgan keramika mahsulotlarining mexanik mustahkamligi va yemirilishga qarshiligi o'rganildi. Qo'shilgan kul va toshqollar, ayniqsa, kam miqdordagi toshqollar, keramika mahsulotlarining mustahkamligi va barqarorligini oshirishga yordam berdi. Bu keramika materiallarini ishlab chiqarishda ekologik va iqtisodiy samaradorlikka erishishning muhim omillaridan biri bo'ldi.

3. Xulosa

Tadqiqotlar natijalariga asosan, issiqlik elektr stansiyalaridan chiqarilgan kul va toshqollarni qayta ishlash orqali qurilish materiallari ishlab chiqarishning ekologik va iqtisodiy ahamiyati muhimligini ko'rsatish mumkin. Xususan, kul va toshqollarning fizik-kimyoviy xossalari, ularning keramika ishlab chiqarishdagi foydalanishi haqidagi tadqiqotlar, bu materiallarning nafaqat ekologik xavfsizlikni ta'minlash, balki qurilish sohasidagi resurslar tejamkorligini oshirishdagi katta o'rni ihora qiladi. Issiqlik elektr stansiyalaridan chiqarilgan kul va toshqollar qurilish materiallari ishlab chiqarishda samarali xom ashyo bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, bu chiqindilarning qayta ishlanishi tabiiy resurslarni tejash va atrof-muhitga bo'lgan ta'sirni kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, toshqol va kullarning mexanik va kimyoviy xossalari qurilish keramikasi ishlab chiqarishda muhim omillardan bo'lib, buyumlarning sifatini yaxshilashga yordam beradi. Qayta ishlashning iqtisodiy jihatdan ham samaradorligi va ekologik jihatdan ahamiyatini hisobga olgan holda, ushbu materiallarni qurilish sohasida foydalanish global ekologik muammolarga yechim topishda muhim rol o'ynaydi. Bu o'z

navbatida, chiqindilarni kamaytirish va resurslarni samarali boshqarishdagi muvaffaqiyatli qadam bo'ladi. Tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, kul va toshqollarni qayta ishlash nafaqat qurilish materiallarini ishlab chiqarishda, balki atrof-muhitga bo'lgan zararni kamaytirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda ham muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 1-yanvardagi "Chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish va ularning ekologik vaziyatga salbiy ta'sirini kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-5 sonli qarori (Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 06.01.2024-y., 06/24/5/0008-son; 03.08.2024-y., 06/24/106/0571-son; 04.10.2024-y., 06/24/149/0772-son; 26.03.2025-y., 06/25/56/0274-son)
- [2] Yadav, V.K.; Gacem, A.; Choudhary, N.; Rai, A.; Kumar, P.; Yadav, K.K.; Abbas, M.; Khedher, N.B.; Awwad, N.S.; Barik, D.; et al. Status of Coal-Based Thermal Power Plants, Coal Fly Ash Production, Utilization in India and Their Emerging Applications. *Minerals* 2022, 12, 1503. <https://doi.org/10.3390/min12121503>
- [3] Jayaranjan, M.L.D., van Hullebusch, E.D. & Annachatre, A.P. Reuse options for coal fired power plant bottom ash and fly ash. *Rev Environ Sci Biotechnol* 13, 467–486 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9336-4>
- [4] Abubakar, A. U., & Baharudin, K. S. (2012). Potential Use of Malaysian Thermal Power Plants Coal Bottom Ash in Construction. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 3(2), 25-37. <https://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/429>
- [5] A.G.Malchik, S.V.Litovkin, P.V.Rodionov, V.V.Kozik, M.A.Gaydamak // Analyzing the Technology of Using Ash and Slag Waste from Thermal Power Plants in

the Production of Building Ceramics // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 127 (2016) pp 1-8 // doi:10.1088/1757-899X/127/1/012024

[6] Sattorov Z.M. Qurilish sohasidagi harakatlar strategiyasi. // O'zbekiston Bunyodkori ijtimoiy-iqtisodiy gazeta. №26 (273). 02.04.2019 y.

[7] Sattorov Z.M. Qurilish sohasini takomillashtirish va rivojlanish istiqbollari. // Ilmiy-amaliy jurnal "Arxitektura Qurilish Dizayn". // №1/2019, – Toshkent, 2019 y. – 45–50 b.

[8] Sattorov Z.M. Qurilish sohasini jadal rivojlantirish yo'lida. // O'zbekiston Bunyodkori ijtimoiy-iqtisodiy gazeta. №31 (380). 28.04.2020 y.

[9] Sattorov Z.M., Abdullaev A.J., Ibroximov B.R. Yangi O'zbekistonda qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoatining rivojlanish tendensiyalari. // Ilmiy-amaliy jurnal "Arxitektura Qurilish Dizayn". // №3/2021, – Toshkent, 2021 y. – 129–135 b.

[10] Sattorov Z.M., Murodov B.Z. Yangi O'zbekistonda qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoatining rivojlanish yo'nalishlari va istiqbollari. // Ilmiy-texnik jurnal "Milliy Standart". // №2/2022, – Toshkent, 2022 y. – 10–17 b.

[11] Sattorov Z.M. Qurilish sohasidagi harakatlar strategiyasi. // O'zbekiston Bunyodkori ijtimoiy-iqtisodiy gazeta. №26 (273). 02.04.2019 y.

[12] Sattorov Z.M. Qurilish sohasini jadal rivojlantirish yo'lida. // O'zbekiston Bunyodkori ijtimoiy-iqtisodiy gazeta. №31 (380). 28.04.2020 y.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot / Information about authors

Sattorov Z.M. Tashkent arxitektura-qurilish universiteti, t.f.n., prof.
e-mail: mr.s.zafar@mail.ru

Madraymov N.A. Tashkent arxitektura-qurilish universiteti, tayanch doktorant



V. Soy, N. Mukhammadiev, G. Malikov, G. Tianyu <i>Development of a fine-grained basalt fiber concrete composition for the carriageway structures of reinforced concrete highway bridges</i>	56
Z. Kakharov, R. Ashimov <i>Energy analysis of concrete setting process</i>	59
A. Nazibekov <i>Application of geopolymer concrete</i>	62
Z. Sattorov, N. Madraimov <i>Experimental test methods for the properties of building materials based on class "f" and "c" ash from a thermal power plant</i>	65
I. Makhamataliev, A. Karabaev, S. Avabde <i>On the new classification of mineral fillers used in asphalt concrete technology</i>	69
U. Turgunbaev, N. Sunnatillaeva <i>Preparation of polymer cement adhesive (PCA) by dry construction mixtures technology (DCT)</i>	76
S. Abdieva, U. Abdullaev <i>High quality composite concrete binders with improved performance</i>	81
D. Abdullayeva, Sh. Sabirova <i>Study of the influence of the specific surface of river aggregate on the structure formation of non-autoclaved aerated concrete</i>	85
V. Soy, D. Abdullayeva, G. Nuriddinova <i>Methodological basis for the use of additives for the production of complex modified cement binders</i>	89
U. Abdullayev <i>Mechanical activation of limestone and study of its granulometric composition</i>	94
J. Turgunbaeva, I. Makhamataliyev, I. Kuznetsova <i>Prospects for the use of artificial intelligence capabilities in the production of gypsum-concrete tongue-and-groove boards</i>	99
A. Alinazarov, A. Tukhtabaev, S. Adasheva <i>Thermophysical properties of multicomponent building materials during heat and moisture treatment using solar energy</i>	104
R. Narov, N. Rakhimova <i>The effect of a complex additive on the homogeneity of cast concrete</i>	107