

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

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

**“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH
TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION
YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI
ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA
TASHKILIY QO‘MITASI**

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departament rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiyasi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitetdagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishlash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrasini mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrasini mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrasini mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrasini mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrasini mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mexanika kafedrasini mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrasini professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasini assistenti



Prospects for the use of ash and rock waste as a secondary resource in the energy industry

Z.M. Sattorov¹, N.A. Madraymov¹

¹Tashkent University of architecture and construction, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the environmental and economic problems of fly ash and aggregates, which are waste coal fuel at thermal power plants (TPP), as well as the possibilities of their effective use in the production of building materials. The article analyzes the use of fly ash in concrete and cement, methods for improving its physical, chemical and mechanical properties, based on scientific research and foreign patents. In order to save resources in construction and protect the environment, special attention is paid to the technologies for processing TPP waste and their efficiency. At the same time, based on the applied methodology, geological surveys and experimental tests, methods for preparing concrete and blocks based on fly ash are recommended.

Keywords: Environmental protection, concrete, thermal power plants, mixtures, building materials, strength, technology, rock, fly ash, cement, waste.

Energetika sanoatidagi kul va toshqol chiqindilarini ikkilamchi resurs sifatida foydalanish istiqbollari

Sattorov Z.M.¹, Madraymov N.A.¹

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

Annotatsiya: Ushbu maqolada issiqlik elektr stansiyalarida (IES) ko'mir yoqilgisining chiqindilari uchuvchi kul va toshqollarning ekologik va iqtisodiy muammolari, shuningdek ulardan qurilish materiallari ishlab chiqarishda samarali foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Maqolada ilmiy tadqiqotlar va xorijiy patentlar asosida uchuvchi kulning beton va sement tarkibidagi qo'llanilishi, uning fizik-kimyoviy hamda mexanik xossalarni yaxshilash usullari tahlil qilingan. Qurilishda resurslarni tejash va atrof-muhitni muhofaza qilish maqsadida IES chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari va ularning samaradorligiga alohida e'tibor qaratilgan. Shu bilan birga, qo'llanilayotgan metodologiya, geologik izlanishlar va tajriba-sinovlar natijalari asosida uchuvchi kul asosidagi beton va bloklar tayyorlash usullari tavsiya qilingan.

Kalit so'zlar: Atrof-muhitni muhofaza qilish, beton, issiqlik elektr stansiyalari, qorishmalar, qurilish materiallari, mustahkamlik, texnologiya, toshqol, uchuvchi kul, sement, chiqindilar

1. Kirish

Issiqlik elektr stansiyalarida ko'mirdan foydalanish kul va toshqol chiqindilarini utilizatsiya qilishda jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, so'nggi 30 yil ichida issiqlik elektr stansiyalarda qattiq yoqilg'idan foydalanish dunyoda ikki baravar ko'paygan. Energetika sohasida ko'mirdan foydalanish 95% uchuvchi kul va 5% toshqol ishlab chiqarish bilan bog'liq. Har yili Rossiyada 25 million tonnadan ortiq kul va toshqol chiqindilari, Xitoyda taxminan 350 million tonna, AQSh va Hindistonda 120 million tonnadan ortiq chiqindilar hosil bo'ladi. Ushbu chiqindilarni saqlash uchun erlarning katta maydonlaridan foydalanish talab etiladi. Ushbu tuzilmalar xavfli ob'ektlar bo'lib, tabiiy atrof-muhitga salbiy ta'sir qiladi (kul changining xavoga ko'tarilishi). Issiqlik elektr stansiyalarning kul va toshqol chiqindilari jiddiy ekologik va iqtisodiy muammoga aylanadi [1, 2].

Adabiyotlar tahlili. Hozirgi vaqtda qurilish materiallari sohasidagi dolzarb yo'nalishlardan biri – bu yuqori sifatli, iqtisodiy jihatdan samarali, mustahkam hamda energiya tejamkor mahalliy xom ashyolar va ikkilamchi resurslar

asosida yangi materiallarni ishlab chiqish hisoblanadi. Bunday yondashuv nafaqat qurilish xarajatlarini kamaytirish, balki tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilish kabi masalalarda ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga, qurilishda resurs tejamkor va ekologik xavfsizlik talablari tobora ortib bormoqda. Issiqlik elektr stansiyalarining kul va toshqollarini ikkilamchi qayta ishlash masalalari K.Mexta Povindar, Norman Pitt, K. Mexta, Vens X. Dodson, Lourens R. Roberts va boshqa olimlar issiqlik elektr stansiyasi uchuvchi kuli asosida qurilish materiallar olish xossalari hamda tuzilmalari hosil bo'lishini nazariy va amaliy asosda boshqarishni ishlab chiqishda tadqiqot ishlarini olib borishgan. Shuningdek, sanoat chiqindilari asosida qurilish materiallari ishlab chiqarish bo'yicha patent izlanishlarni olib borish jarayonida chiqindi qo'shimchalarning qurilish materiallar xossalari qayta ta'mirlanishi o'rganildi.

1. Qurilish qorishmasi yoki beton uchun bog'lovchi, beton va zichlangan beton olish usuli (Вязущее для бетона или строительного раствора, способ получения плотного бетона и бетон). Patent **RU2098372C1** Rossiya Federatsiyasi Federal davlat budjeti oliy ta'lim muassasasi. Arizachi va patent egasi. Ariza Dze Kaliforniya davlat universitetining Dze Regents tomonidan taqdim etilgan №

92016624/03, ariza 24.12.1992; nashr etilgan 10.12.1997. Muallif: Povinder K. Mehta. Ushbu ixtiro issiqlik elektr stansiyalarining chiqindisi bo'lgan uchuvchi kuldan foydalanib, yangi turdagi qurilish materialini tayyorlash usuliga taalluqli. Ixtiro qurilishda qo'llaniladigan beton qorishmalari tarkibini takomillashtirish va uning fizik-kimyoviy hamda mexanik xossalari yaxshilashga qaratilgan. Ushbu usulda foydalaniladigan uchuvchi kul muayyan donadorliklarda tartiblanadi va faol tashkil etuvchilar bilan boyitiladi. Bu texnologiya betonning mustahkamligi, suv o'tkazmasligi va uzoq muddatli barqarorligini oshiradi. Shuningdek, mazkur usul ekologik jihatdan xavfsiz bo'lib, sanoat chiqindilarini qayta ishlash imkonini yaratadi [3].

2. Kremniyli kulni tayyorlash jarayoni (Process for the preparation of siliceous ashes). Patent US3959007A Structural Metals Inc Arizachi va patent egasi. Structural Metals Inc. №407.907, ariza 19.10.1973; nashr etilgan 25.05.1976. Muallif: Norman Pitt. Ushbu ixtiro organik materiallarni, xususan, qishloq xo'jaligi chiqindilarini yoqish orqali foydali energiya olish usuli va uskunasiga taalluqli. Guruch qobig'i kabi materiallardan kremniyli kompozitsiyalarni tayyorlashda va kremniyning yuqori reaktiv amorf shakli ishlab chiqariladigan sharoitlarda o'tkazilishi mumkin. Bu silikat gidravlik sementlarning tarkibiy qismi sifatida foydali hisoblanadi. Bu modda gidravlik sement tarkibida foydali tashkil etuvchi sifatida ishlatilishi mumkin [4].

3. Kremniyli kul va undan tayyorlangan gidravlik sementlar (Siliceous ashes and hydraulic cements prepared therefrom). Patent US4105459A San-Diegodagi Kaliforniya universiteti (University of California San Diego UCSDUCSD). Arizachi va patent egasi San-Diego Kaliforniya universiteti (University of California San Diego UCSDUCSD) tomonidan topshirilgan. № 4,105,459 ariza 08.08.1978; nashr etilgan 08.08.1995. Muallif: Povinder K. Mehta. Ushbu ixtiro kremniyga boy kompozitsiyalar tabiiy o'simlik materiallaridan (xususan, sholi po'chog'i va sholi somonidan) tayyorlanadi. Ushbu materiallar tarkibida qum tuproq nisbatan yuqori konsentratsiyada bo'ladi. Texnologiya o'simlik materialini nazorat qilinadigan sharoitda yoqishni o'z ichiga oladi, bunda materialning ildiz tuzilishi saqlanadi va qum tuproqning kristallik shakliga aylanishi oldi olinadi. Shu orqali mahsulot tarkibidagi qum tuproq (taxminan 49% dan 98% gacha) amorf holatda saqlanadi. Yangi olingan qum tuproq saqlovchi kompozitsiyalar yuqori mustahkamlik va kislotalarga chidamlilikka ega bo'lgan gidravlik sement kompozitsiyalarining muhim tashkil etuvchisi sifatida, qorishmalar va beton tayyorlashda qo'llaniladi [5].

4. Portlandsement, uchuvchan kul va to'ldirgichli betonlar (Portland cement-fly ash-aggregate concretes). Patent US4210457A WR Grace and Co Conn. Arizachi va patent egasi WR Grace and Co Conn. № 950,918 ariza 12.10.1978; nashr etilgan 01.07.1980. Mualliflar: Vance Dodson, Lawrence Roberts. Ushbu ixtiroda portlandsement, uchuvchi kul va tosh materiallarini o'z ichiga olgan beton turlari tasvirlangan bo'lib, ular yuqori siqilish mustahkamligiga erishish xususiyatiga ega. Bunday beton tarkibida portlandsement nisbatan kam miqdorda, uchuvchi kul esa yuqori ulushda qo'llaniladi. Ixtiro qilingan betonlar yuqori zichlikka ega massalar sifatida ishlab chiqilishi mumkin bo'lib, binolar, ko'priklar, to'g'onlar kabi konstruksiyaviy inshootlarda qo'llash uchun mos keladi. Shuningdek, nisbatan past zichlikka ega, yengil va issiqlikni saqlovchi xossalarga ega beton turlari ham tayyorlash

mumkin, bu ularni tom konstruksiyalari va turli asoslar uchun muhofazaviy qatlam sifatida ishlatishda foydali bo'ladi [6].

5. Tarkibida kremniyli kul bo'lgan yuqori mustahkam sement mahsulotlari (Highly durable cement products). Patent US 005.346548A Kaliforniya universiteti San-Diego UCSD. Arizachi va patent egasi Kaliforniya universiteti San-Diego UCSD. №5,346,548 ariza 04.01.1993; nashr etilgan 13.09.1994. Muallif: Povinder K. Mehta. Ushbu ixtiro gidravlik sement va kremniyli kulning yangi suvsiz aralashmalariga tegishli. Ushbu ixtiro usullari qotib qolgan beton mahsulotlarining suv o'tkazuvchanligini pasaytirish va beton qorishmalarining erta mustahkamligini tezlashtirish uchun qo'llanilgan. Ma'lumki, kulning ma'lum bir turi guruch qobig'i va guruch somoni kabi ma'lum kremniyli ekin qoldiqlarini nazorat ostida yoqishdan olinadi [7].

2. Tadqiqot metodologiyasi.

Qurilish materiallarini ishlab chiqarishdan avval, geologik izlanishlar olib borilishi shart bo'lib, bu jarayonda xom ashyo zaxiralari va ularning tarkibi aniqlanadi. Geologik tadqiqotlar issiqlik elektr stansiyalari (IES) chiqindilari – kul va toshqollarning miqdori, sifati, paydo bo'lish shart-sharoitlari, joylashuv hududi hamda kelgusi tadqiqotlarni amalga oshirish imkoniyatlarini baholashga yordam beradi. IESlarda qattiq yoqilg'ining yonishi natijasida mineral qoldiqlar – kul va toshqol hosil bo'ladi. O'rtacha quvvatga ega IES yiliga taxminan 1 million tonna toshqol va kul chiqarishi mumkin, yuqori kulli yoqilg'i yoqadigan stansiyalar esa 5 million tonnagacha chiqindi hosil qiladi. Bu chiqindilar asosan kremniy dioksidi (SiO_2), aluminiy oksidi (Al_2O_3), temir oksidi (Fe_2O_3), kalsiy oksidi (CaO), magniy oksidi (MgO) va boshqa moddalardan iborat bo'lib, yonilmagan yoqilg'i qoldiqlarini ham o'z ichiga oladi. Hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan kul va toshqolning atigi 3-4% qismidan foydalanilmoqda. Changsimon va bo'lakli ko'mirlarning yonishidan hosil bo'ladigan toshqollar shakli va zichligiga ko'ra farq qiladi. Masalan, changsimon ko'mirdan hosil bo'lgan toshqol odatda g'ovakli va shishasimon tuzilmaga ega bo'lib, zichligi $1,6 \text{ g/sm}^3$ dan yuqori bo'lishi mumkin. Aralashtirilgan yoqilg'idan hosil bo'lgan g'ovak toshqollar esa zichligi $0,5-1,5 \text{ g/sm}^3$ oralig'ida bo'ladi. IES toshqollaridan foydalanib, mustahkamligi 5-50 MPa bo'lgan betonlar tayyorlash mumkin. O'zbekiston Respublikasining 690-96 "Betonbop issiqlik elektrostansiya kul-toshqol aralashmasi" davlat standartiga muvofiq, bunday betonlarda to'liq yonmagan qo'shimchalar miqdori 3-7% dan oshmasligi kerak. Shuningdek, ular sovuqqa chidamliligi va kimyoviy ta'sirga bardoshliligi bo'yicha ham sinovdan o'tkaziladi. Tarkibidagi oltingugurt moddalari, erkin kalsiy oksidi va boshqa zararli tashkil etuvchilar cheklangan darajada bo'lishi lozim. Ilmiy tadqiqotlardan ma'lumki, kulni beton ishlab chiqarishda mayda to'ldiruvchi sifatida yoki maxsus to'ldiruvchi xom ashyosi sifatida qo'llash mumkin. U 0,16 mm gacha bo'lgan mayda zarralardan iborat bo'lib, 0,16 mm o'lchamdagi elakda qoladigan qismi 20-40% tashkil etadi. Quruq kul g'ovak tuzilishga ega bo'lib, uning zichligi yoqilg'i turi va yondiradigan sharoitga bog'liq holda $600-1300 \text{ kg/m}^3$ atrofida bo'ladi. O'zbekiston Respublikasining 690-96 "Betonbop issiqlik elektrostansiya kul-toshqol aralashmasi" davlat standartiga ko'ra, kulni tabiiy yoki maydalangan qum hamda granullangan toshqol bilan aralashtirib betonda foydalanish orqali sement sarfini kamaytirish va betonning sifatini oshirish mumkin. Hozirgi



kunda kuldan turli xildagi zichliklar kul betonlar, og'ir va yengil konstruksiyaviy betonlar, shuningdek issiqlikdan himoyalovchi yengil konstruksiyalar tayyorlashda mayda to'ldiruvchi sifatida foydalanish amaliyoti yo'lga qo'yilgan. Kuldan samarali foydalanishdagi asosiy to'siqlardan biri, bu uning IES o'choqlaridan suv ta'sirida chiqarilishi hisoblanadi. Quruq holdagi kulning mexanik va fizik xossalari ancha yaxshi bo'ladi. Shu sababli, kulni quruq holda yig'ish va saqlash texnologiyalarini takomillashtirish zarur. Ko'mirning sifat darajasiga qarab, hosil bo'ladigan kul tarkibidagi yonmagan yoqilg'i miqdori ham o'zgarib turadi. Sifati past yoqilg'i yoqilganda bu ko'rsatkich 5% gacha, toshko'mir yoki antratsit yoqilganda esa 12% gacha bo'lishi standartda ruxsat etilgan. Ammo amaliyotda ba'zan bu miqdor 20-40% gacha yetishi mumkin. Issiqlik elektr stansiyasi kulini qo'shish asosida Povindar K. Mexta patentidagi uslubini qo'rib chiqamiz.

1. *Xom ashyoni tanlash va tayyorlash.* Tadqiqotda uchuvchi kul, pastki kul, suv, turli qo'shimchalar va agar kerak bo'lsa, xavfli moddalardan iborat xom ashyolar tanlangan. Bu tashkil etuvchilar qurilish materiallari sifatida ishlatish uchun moslashtirilgan. 2. *Aralashma tayyorlash.* Tanlangan tashkil etuvchilar belgilangan ulushlarda (proporsiyalarda) aralashtirilgan. Aralashmadagi har bir moddaning ulushi va xususiyatlari aniqlangan. 3. *Zichlash va shakl berish.* Tayyorlangan aralashma yuqori bosim ostida zichlangan va qurilish bloklari shaklida tayyorlangan. Bu bosqichda materialning mexanik mustahkamligi va shakli ta'minlangan. 4. *Quritish va mustahkamlash.* Shakl berilgan bloklar belgilangan harorat va vaqt davomida quritilgan. Bu jarayonda bloklarning mustahkamligi va barqarorligi oshirilgan. 5. *Sifat nazorati va sinovlar.* Tayyor mahsulotlar turli laboratoriya sharoitlaridagi sinovlaridan o'tkazilgan. Bu sinovlar orqali bloklarning fizik-kimyoviy xossalari, mustahkamligi va xavfli moddalarni inkapsulyatsiya (*ma'lumot uchun: Qurilish materiallari kontekstida inkapsulyatsiya ma'lum bir materialni himoya qobig'i yoki konteyneriga o'rashni anglatadi. Bu xavfli yoki beqaror moddalarni izolyatsiya qilish, tashqi muhitdan himoya qilish yoki muayyan funksiyani ta'minlash uchun amalga oshirilishi mumkin*) qilish xususiyati baholangan [7].

3. Tajriba-sinov tadqiqot usullari

1. *Tashkil etuvchilarni tanlash va tahlil qilish.* Uskunada ishlatilgan asosiy moddalar: uchuvchi kul (fly ash), qum, portlandsement, loy, va suv. Xom ashyoning kimyoviy tarkibi spektral tahlil va gravimetrik usullar bilan aniqlangan. 2. *Qorishmalarni tayyorlash (Formula preparation).* Bir nechta turli proporsiyalardagi aralashmalar tayyorlangan. Turli miqdorda uchuvchi kul (masalan, 10%, 20%, 30%, 40%) bilan sement va qum aralashmalari tayyorlandi. Aralashmalar qorishtirgich yordamida bir xil massa ko'rinishida shakllantirildi. 3. *Zichlash va blok shaklida tayyorlash.* Qorishmalar gidravlik press yordamida siqiladi. Qurilish bloklari belgilangan o'lchamlarda shakllantiriladi. 4. *Quritish va mustahkamlash.* Har bir namuna turli sharoitlarda quritiladi: tabiiy sharoitda (havoda) 60-80°C haroratdagi o'choqda. Quritilgan bloklar 7 kun, 14 kun va 28 kunda tekshirish uchun saqlanadi. 5. *Mexanik sinovlar.* Siqilishdagi mustahkamligi ASTM C109 standarti bo'yicha o'lchanadi. Cho'zilish va yengilishdagi mustahkamlik bloklarga qo'llaniladigan kuch ta'sirlari tahlil qilinadi. Ta'sirga bardoshlik va zarba chidamliligi maxsus moslamada sinovdan o'tkaziladi. 6. *Suv shimuvchanlik va*

himoya xususiyatlari. Bloklarning suv shimuvchanlik xossasi foiz (%) hisobida baholanadi. Xlorid o'tkazuvchanlik sinovi (AASHTO T-277 bo'yicha) ifloslanishni cheklash xususiyatini baholash uchun o'tkaziladi. 7. *Ekologik xavfsizlik tahlili.* Inkapsulyatsiya samarasini baholash uchun bloklar tarkibidagi og'ir metallar (Pb, Cd, Hg) chiqishi TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) orqali baholanadi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda issiqlik elektr stansiyalaridan hosil bo'lgan uchuvchi kul va boshqa chiqindilarni qurilish materiallari tarkibida samarali qo'llash imkoniyatlari o'rganildi. Jahonda, xususan, Xitoy, Rossiya, AQSh va Hindiston kabi mamlakatlarda yil sayin millionlab tonna kul va toshqol chiqindilari yig'ilayotgani, ularni saqlash, utilitatsiya qilish katta ekologik va iqtisodiy muammolarga sabab bo'layotgani ma'lum bo'ldi. Shu nuqtai nazardan, bu chiqindilarni ikkilamchi resurs sifatida qayta ishlab, yuqori sifatli, mustahkam va ekologik xavfsiz qurilish materiallari tayyorlash muhim ahamiyat kasb etmoqda. Patent tahlillari asosida, kul tarkibidagi qum tuproqning yuqori miqdori, uning amorf shaklida bo'lishi va yuza sirtining kattaligi beton va qorishmalarning mustahkamligi, suv o'tkazmasligi hamda kislotalarga chidamliligini oshirishda muhim omil ekani aniqlandi. Xususan, Povinder K. Mexta va boshqa olimlarning ishlanmalari shuni ko'rsatadiki, kulning fraksiyalik tarkibini optimallashtirish va portlandsement bilan muayyan nisbatlarda aralashtirish yuqori mexanik xususiyatlarga ega beton olish imkonini beradi. Tajriba-sinov ishlarida turli miqdorda uchuvchi kul qo'shilgan aralashmalar tayyorlanib, ular mexanik mustahkamlik, suv o'tkazuvchanlik, xlorid o'tkazish xususiyati va ekologik xavfsizlik jihatidan baholandi. Natijalarga ko'ra, kul ulushi 20-30% miqdorda bo'lganda, eng yaxshi texnik-ekologik natijalar qayd etildi. Siqilish mustahkamligi yuqori, suv shimuvchanlik darajasi past va AASHTO T-277 standarti bo'yicha xlorid o'tkazuvchanligi kam miqdorda ekani aniqlandi. Shu bilan birga, ekologik xavfsizlik tahlili ham o'tkazilib, bloklardagi og'ir metallar chiqishi TCLP sinovi orqali cheklangan darajada ekani tasdiqlandi. Bu esa sanoat chiqindilarini qurilishda qo'llash nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham maqbul yechim ekanini ko'rsatadi. Ushbu tadqiqotdan kelib chiqadigan asosiy natija – issiqlik elektr stansiyalarining uchuvchi kullari asosida yuqori sifatli, arzon va ekologik xavfsiz qurilish materiallarini ishlab chiqarish imkoniyati mavjud. Bu yondashuv orqali tabiiy resurslarni tejash, chiqindilarni kamaytirish va atrof-muhitni muhofaza qilish kabi muhim vazifalar amalga oshirilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

- [1] Turobjonov S.M., Niyazova M.M., Tursunov T.T., Pulatov X.L. Sanoat chiqindilarini rekuperatsiya qilish texnologiyasi: Darslik / O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti 2011 y. – 184 b
- [2] Sattorov Z.M. Qurilish sohasidagi harakatlar strategiyasi. // O'zbekiston Bunyodkori ijtimoiy-iqtisodiy gazeta. №26 (273). 02.04.2019 y.
- [3] Вязущее для бетона или строительного раствора, способ получения плотного бетона и бетона: патент RU2098372C1. Dze Ridgent of Dze University of

California (US). Авт. K. Mehta Povindar.; заявитель и патентообладатель Dze Ridgentc of Dze University of California (US) - № 92016624A; заявл. 24.12.1992; опубл. 10.12.1997, - 17 с: ил. www.freepatent.ru

[4] Process for the preparation of siliceous ashes; patent US3959007A. Structural Metals Inc. Auth. Norman Pitt; Priority to patention Structural Metals Inc (US) - № US05/407,907; Application filed 1973-10-19; Application granted 1976-05-25, - pp 9. www.freepatent.ru

[5] Siliceous ashes and hydraulic cements prepared therefrom: patent US4105459A. University of California San Diego UCSD.. Auth. K. Mehta Povindar; Priority to patention University of California San Diego UCSD - № 4105459A; Application filed 1975-12-15; Application granted 1978-08-08, -pp 7. www.freepatent.ru

[6] Portland cement-fly ash-aggregate concretes: patent US4210457A. WR Grace and Co Conn. Auths. Vance H. Dodson Lawrence R. Roberts; Priority to patention WR Grace and Co Conn - № US05/950,918; Application filed 1978-10-12; Application granted 1980-07-01, - pp 8. www.freepatent.ru

[7] Highly durable cement products containing siliceous ashes: patent US 005.346548A. The Regents of the University of California, Oakland, Calif. Auths. Povindar K. Mehta, El Cerrito. Priority to patention The Regents of the University of California, Oakland, Calif-№ 5,346,548; Application filed 25-08-1990; Application granted 21-07-1994, - pp 15. www.freepatent.ru

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

Z.M. Sattorov Tashkent arxitektura-qurilish universiteti. Toshkent, O'zbekiston
E-mail: mr.s.zafar@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9824-1491>

N.A. Madraymov Tashkent arxitektura-qurilish universiteti. Toshkent, O'zbekiston



U. Rakhmanova, Z. Mirzayeva, G. Ismailova, A. Abdusattorov

Equations of motion of a polymer pipeline interacting with the ground under seismic influences.....186

Z. Sattorov, N. Madraymov

Prospects for the use of ash and rock waste as a secondary resource in the energy industry.....189

Z. Sattorov, I. Ganiev

Improving the properties of high-strength fibrobetones with local mineral filler and complex chemical additive.....193

U. Abdullaev

Optimization of concrete mixture compositions with a superplasticizer additive as well as a binary microwave.....198

S. Yunusov, Sh. Mahmudova, M. Husainov, D. Muminov

Stress state analysis in belt drive systems and determination of their optimal operating modes.....202

Sh. Turdiev, U. Ziyamukhamedova

A literature review on the recycling of waste from medium-alloy high-speed steel using green technologies for the environmentally sustainable manufacturing of milling cutters.....207

M. Turakulov, N. Tursunov

Development and implementation of synthetic cast iron casting technology for the manufacture of a friction wedge.....212

M. Turakulov, N. Tursunov

Investigation of the conditions forming the operational characteristics of the friction wedge of the vibration damper.....215

H. Samandarov, J. Sobirov, A. Ibadullaev, E. Teshabaeva, N. Sipatdinov

Development of rubber compounds for machine-building purposes.....219

D. Khodzhikoriev, M. Khamrakulov, Z. Sayfullaeva, G. Khamrakulov

Classification characteristics of furniture products.....224

D. Khodzhikoriev, M. Khamrakulov, Z. Sayfullaeva, G. Khamrakulov

Commodity research of furniture products.....227

