

**TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.26/30.12.2019.T.11.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA POLITEXNIKA INSTITUTI

OTAJONOV OLMOSBEK ASQARALI O‘G‘LI

**TEXNOGEN CHIQINDILAR ASOSIDA RESURS TEJAMKOR
DEVORBOP KULBETON BUYUMLARNING OPTIMAL TARKIBI,
XOSSALARI VA ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ
QILISH**

05.09.05 – “Qurilish materiallari va buyumlari”

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi

AVTOREFERATI

Toshkent-2024

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical
sciences**

Otajonov Olmosbek Asqarali o‘g‘li

Technogen chiqindilar asosida resurs tejamkor devorbop kulbeton buyumlarning optimal tarkibi, xossalari va ishlab chiqarish texnologiyasini tadqiq qilish.....3

Отажонов Олмосбек Аскаралиевич

Исследование оптимального состава, свойств и технологии производства ресурсосберегающих стеновых золобетонных изделий на основе техногенных отходов.....21

Otajonov Olmosbek Asqarali o‘g‘li

Study of the optimal composition, properties and production technology of resource-saving ash aerated concrete wall products based on technogenic waste..39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.26/30.12.2019.T.11.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

FARG‘ONA POLITEKNIKA INSTITUTI

OTAJONOV OLMOSBEK ASQARALI O‘G‘LI

**TEXNOGEN CHIQINDILAR ASOSIDA RESURS TEJAMKOR
DEVORBOP KULBETON BUYUMLARNING OPTIMAL TARKIBI,
XOSSALARI VA ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ
QILISH**

05.09.05 – “Qurilish materiallari va buyumlari”

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi

AVTOREFERATI

Toshkent-2024

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.2.PhD/T2959 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Farg‘ona politexnika institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)), Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.taqu.edu.uz) va “ZiyoNet” axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Sattorov Zafar Muradovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Rasmiy opponentlar:

Baxodirov Azizbek Abdulazizovich
texnika fanlari doktori, professor

Axmedov Sulton Ilyasovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.26/30.12.2019.T.11.01 raqamli Ilmiy kengashning 2024-yil 7-noyabr soat 10⁰⁰ daqi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100194, Toshkent sh., Yunusobod tumani, Yangi shahar, 9-uy, 4-bino, 5-qavat, Kovorking markazi. Tel.: (99855) 508 02 95; faks: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.edu.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent arxitektura-qurilish universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (130 raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100194, Toshkent sh, Yunusobod tumani, Yangi shahar, 9-uy. Tel.: (99855) 508 02 95; faks: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.edu.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil “_____” oktabr kuni tarqatildi.
(2024-yil “_____” oktabrdagi _____ raqamli reestr bayonnomasi).

X.A. Akramov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

I.I. Siddiqov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash ilmiy kotibi, texnika
fanlari doktori, dotsent

B.A. Asqarov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahon qurilish materiallari sanoatida energiya samarador, resurs tejamkor, issiqlik izolyatsion xossalari yuqori materiallar tayyorlashda turli xildagi qattiq sanoat chiqindilaridan foydalanish asnosida, qulay ekspluatatsion xususiyatlarga ega bo'lgan narxi arzon devorbop serg'ovak beton buyumlar ishlab chiqarish zarurati ortib bormoqda. Bugungi kunda, dunyo mamlakatlaridagi issiqlik elektr stansiyalarida ko'mir yoqilishi natijasida yiliga 900 million tonnadan ortiq kul hosil bo'lmoqda. Yoqilg'i yonishidan hosil bo'ladigan chiqindilarni utilizatsiya qilish atrof muhitni yaxshilanishiga katta foyda keltiradi, shu sababli kuldan sifatli devorbop serg'ovak beton bloklar ishlab chiqarish va texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish sayyoramizdagi yetakchi global muammolardan biri bo'lib hisoblanadi. Hozirda gazkulbetonning mustahkamligi, issiqlik o'tkazuvchanligi, ovoz izolyatsiyasi, va olov bardoshlik xossalarini kimyoviy qo'shimchalar qo'shish orqali takomillashtirish va ularni ishlab chiqarishni energiya tejamkor texnologiyalarini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda gazkulbetonni fizik, mexanik va kimyoviy xossalarini yaxshilash, ularni tarkibini optimallashtirish, ishlab chiqarishni energiya tejamkor texnologiyalarini yaratish, qotish muddatini qisqartirishda kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish, suv talabchanligini kamaytirish, ishlab chiqarishda mahalliy xom ashyo va ikkilamchi resurslardan foydalanish hamda mineral bog'lovchi sarfini kamaytirish bo'yicha ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada serg'ovak betonlarni sovuqqa chidamliligini yaxshilash, mustahkamligini oshirish, issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytirish, mukammal struktura hosil qilish va ularning tarkibiga qo'shiladigan sanoat chiqindilarining optimal miqdorini aniqlash asosiy ustuvor yo'nalishlar hisoblanmoqda. Shu bilan birga issiqlik elektr stansiyalari kullari asosida turli agressiv iqlim sharoitga va tashqi ta'sirlarga bardoshli, qulay ekspluatatsion xususiyatlariga ega bo'lgan yangi kompozit gazkulbeton yaratish ham juda dolzarb muammodir.

Respublikamizda mahalliy sanoat qattiq chiqindilari asosida sifatli energiya va resurs tejamkor qurilish materiallari ishlab chiqarish va ularni turlarini kengaytirish, ichki bozorni mahalliy xom ashyolardan tayyorlanadigan raqobatbardosh buyumlar bilan boyitish bo'yicha keng ko'lamlı chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarda Yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to'g'risida" gi PF-60-sonli Farmonida, "Sanoat tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradorligini oshirish va energiya tejamkorligini ta'minlash" bo'yicha qator hal etilishi zarur bo'lgan vazifalar belgilab berilgan. Belgilangan vazifalar ichida mahalliy xom ashyolardan qurilish materiallari ishlab chiqarish, tabiiy resurs bo'lgan beton to'ldiruvchilarini tejash asosida turli resurs tejamkor devorbop buyumlar tarkibini ishlab chiqish juda dolzarbdir.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026-yillarda Yangi O‘zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida”¹gi PF-60-son Farmoni, 2019-yil 23-maydagi “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” gi PQ-4335-son Qarorida ham qurilish tarmog‘ida devorbop materiallarining yangi zamonaviy turlarini ishlab chiqarish va kengaytirish, 2019-2025 yillarda geologiya-qidiruv ishlarini olib borish, qazib olish va qayta ishlash asosida qurilish industriyasining xom ashyo bazasi hajmini oshirish kabi qator vazifalar belgilab berilgan. Bundan tashqari O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 21-fevraldagi PQ-139-son “Uy-joylar qurilishini va qurilish materiallari sanoatini qo‘llab-quvvatlashning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurs tejamkorlik” ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Dunyoda serg‘ovak betonga kul qo‘shish, uni takomillashtirish uchun kimyoviy qo‘shimchalardan foydalanish bo‘yicha tadqiqot olib borgan chet el olimlaridan – C. Hachnel, K.A. Yamada, N. Spiratos, Y.V. Shukina, T.A. Uxova, K.V. Gladkix, S.F. Stelmax, K.P. Chernix, V.P. Vasilev, R.G. Dolotova, O. Pozniak, Charith Herath, O. Richard, Nguen Txan Tuan, Y.F. Houst, E. Janovska-Renkas, B. Lothenbach, S. Pourchet va boshqalarning chop etgan ilmiy asarlari tahlil qilindi va ushbu muammolarni hal qilishga qo‘shgan hissalari o‘rganildi.

Respublikamizning qurilish materiallari sohasidagi yetakchi olimlari – A.B. Ashrabov, E.U. Qosimov, B.A. Asqarov, X.A. Akramov, N.A. Samigov, A.A. To‘laganov, A.I. Adilxodjaev, M.K. Toxirov, S.A. Xodjaev, N. Abbasxonov, U.A. Gaziev, X.X. Komilov, Z.M. Sattorov va boshqalar serg‘ovak betonlarning tarkibini optimallashtirish, sifatini yaxshilash, tannarxini pasaytirish va kimyoviy qo‘shimchalardan foydalanib serg‘ovak betonlarning strukturasi va xossalarini yaxshilash masalalarini o‘rganishda ko‘plab yutuqlar hamda muhim ilmiy natijalarga erishganlar.

Avval o‘tkazilgan tadqiqotlar tahlili kimyoviy qo‘shimchalarni gazkulbetonning struktura hosil qilishiga ta’siri, kimyoviy qo‘shimcha qo‘llanilgan gazkulbeton tarkiblarini ishlab chiqish va optimallashtirish, mahalliy xom ashyolar asosidagi superplastifikatorlardan foydalanish orqali reologik xossalarini yaxshilash, gazkulbetondan tayyorlanadigan devor konstruksiyalariga ketadigan sarf-xarajatlarni kamaytirish, sement sarfini ozaytirish va mustahkamligini oshirishga qaratilgan masalalar yetarli darajada o‘rganilmagan. Shu sababdan kul asosidagi, kimyoviy qo‘shimchalar bilan modifikatsiyalangan va qurilish texnik talablariga javob beradigan, xom ashyoni tuyish va mahsulotga bug‘ bilan ishlov

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026-yillarda Yangi O‘zbekistonni rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-60-son Farmoni.

berishni talab etmaydigan gazkulbeton tarkibini ishlab chiqish ekologik jihatdan ham dolzarb masaladir.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Farg'ona politexnika instituti Ilmiy kengashining 03.11.2022y. 2-sonli bayoni bilan tasdiqlangan "Texnogen chiqindilar asosida resurs tejamkor devorbop kulbeton buyumlarning optimal tarkibi, xossalari va ishlab chiqarish texnologiyasini tadqiq qilish" (2022-2023y.) mavzusi bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot loyihasi doirasida bajarildi.

Tadqiqotning maqsadi issiqlik elektr stansiyasi kuli asosida tayyorlanadigan gazkulbetonning optimal tarkibini ishlab chiqish, kimyoviy qo'shimchalar bilan modifikatsiyalash, xossalarini o'rganish va ishlab chiqarish texnologiyasini tadqiq qilishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

issiqlik elektr stansiyasi kuli asosida kimyoviy qo'shimcha qo'shib tayyorlanadigan gazkulbeton tarkibini optimallashtirish;

kimyoviy qo'shimcha bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning fizik-mexanik va issiqlik o'tkazuvchanlik xossalarini o'rganish;

kimyoviy qo'shimcha bilan modifikatsiyalangan gazkulbeton tarkibini fizik-kimyoviy tahlil qilish;

kimyoviy qo'shimcha bilan modifikatsiyalanadigan gazkulbeton tayyorlash texnologiyasini tadqiq qilish.

Tadqiqotning obyekti sifatida mahalliy xom ashyolar, texnogen chiqindilar va kimyoviy qo'shimchadan foydalanib tayyorlangan gazkulbeton olingan.

Tadqiqotning predmetini issiqlik elektr stansiyasi kuli asosida superplastifikator kimyoviy qo'shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning fizik-mexanik, fizik-kimyoviy va texnik-iqtisodiy parametrlari tashkil qiladi.

Tadqiqotning usullari tadqiqot ishlarini olib borishda gazkulbetonning xossalari va sifat ko'rsatkichlarini o'rganishning standartlashtirilgan usullari, rentgen fazali tahlil, differensial termogravimetrik tahlil, fizik-kimyoviy tahlilning infraqizil spektroskopik usullari, skanerlovchi elektron mikroskopik va elementlar tahlili, tajriba natijalarini tahlil qilishning matematik modellash usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotining ilmiy yangiligi:

sement 50%, mayinlik darajasi 0,15 mm gacha bo'lgan kul 50% va sement massasiga nisbatan 1,2% polikarboksilat efirlari asosidagi "SDj-1" superplastifikatori qo'shib mustahkamligi yuqori, issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgan gazkulbeton tarkibi ishlab chiqilgan;

sement, kul va superplastifikator massasi bog'liqligiga ko'ra gazkulbetonning mustahkamlik ko'rsatkichlari o'zgarishini aniqlashda tarkibni optimallashtirish matematik modeli takomillashtirilgan;

"SDj-1" superplastifikatori bilan modifikatsiya qilingan gazkulbeton qorishmasining suv talabchanligi kamaytirilgan, ko'pchilik va qotish jarayonlarida

mustahkam struktura shakllanishida polikarboksilat efirlarini sementning C_3S , C_2S , C_3A va C_4AF minerallariga ijobiy ta'sir qilish mexanizmi aniqlangan;

gazkulbeton ishlab chiqarishda mayinlik darajasi 0,15 mm gacha bo'lgan faol kuldan foydalanib, qotish jarayonini polikarboksilat efirlari asosidagi "SDj-1" superplastifikatori bilan tezlashtirilgan, ishlab chiqarish samaradorligi oshirilgan, energiya tejamkor sharli tegirmonsiz texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

teng nisbatlardagi sement va kul asosida superplastifikator qo'shib takomillashtirilgan gazkulbetonning optimal tarkiblari asosida devorbop bloklar ishlab chiqarilgan;

yangi modifikatsiyalangan gazkulbetonni fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalari tadqiq qilingan;

modifikatsiyalangan gazkulbeton ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va devorbop bloklar ishlab chiqarish natijasida 22 % gacha iqtisodiy samaraga erishilgan.

Tadqiqot natijalarini ishonchliligi. Eksperimental tadqiqotlarni zamonaviy asboblardan standart usullardan foydalangan holda chuqur va har tomonlama o'rganilishi, tajribalarni qurilish me'yorlari va qoidalari hamda talab etilgan davlat standartlari bo'yicha o'tkazilganligi, nazariy va eksperimental tadqiqot natijalarini yuqori aniqlikda bajarilgani, hamda ularni amaliyotga joriy etilganligi bilan ta'minlangan.

Tadqiqot natijalarini ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati issiqlik elektr stansiyasi kuli va "SDj-1" superplastifikator qo'shimchasi qo'shib modifikatsiyalangan gazkulbeton bo'yicha ilmiy nazariyalar, ularning tarkibi, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalarini tahlil qilishdan iborat.

Ishning amaliy ahamiyati tadqiqot natijalari asosida issiqlik elektr stansiyasi kuli va "SDj-1" superplastifikator qo'shimchasi qo'shib modifikatsiyalangan gazkulbetonning tarkibi ishlab chiqilib, uni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Issiqlik elektr stansiyasi kuli asosidagi "SDj-1" superplastifikator qo'shib modifikatsiyalangan gazkulbeton tarkiblarini loyihalash va xossalarini aniqlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

"SDj-1" superplastifikatori bilan modifikatsiya qilingan tarkibli gazkulbeton ishlab chiqarish samaradorligi oshirilgan va energiya tejamkor texnologiyasi asosida tashqi to'siq konstruksiyalar uchun gazkulbeton buyumlari ishlab chiqarish "New building-bricks" MChJda amaliyotga joriy qilingan ("O'z sanoatqurilish materiallari" uyushmasining 2024-yil 22-apreldagi 02/15-867-sonli ma'lumotnomasi). Natijada D500, D600 va D800 markadagi gazkulbeton qorishmasining suv talabchanligini 15-20 % kamaytirishga erishilgan.

Polikarboksilat efirlarining ta'sir qilish mexanizmi asosida modifikatsiya qilingan yangi tarkibli gazkulbeton ishlab chiqarish texnologiyasi asosida ichki to'siq konstruksiyalari uchun gazkulbeton buyumlari ishlab chiqarish "Zilha temir beton mahsulotlari" sho'ba korxonasida amaliyotga joriy qilingan ("O'z sanoatqurilish materiallari" uyushmasining 2024-yil 22-apreldagi 02/15-867-

sonli ma'lumotnomasi). Natijada D500, D600 va D800 markadagi gazkulbeton qorishmasida mustahkamlikni saqlagan holda sement sarfini 10-15% kamaytirishga erishilgan.

Yangi tarkibli, modifikatsiyalangan gazkulbeton olishda energiya tejamkor usul sifatida sharli tegirmonsiz texnologiya ishlab chiqilgan, ushbu texnologiya asosida gazkulbeton ishlab chiqarish "Zilha temir beton mahsulotlari" sho'ba korxonasi va "New building-bricks" MChJda amaliyotga joriy qilingan ("O'zsanoatqurilishmateriallari" uyushmasining 2024-yil 22-apreldagi 02/15-867-sonli ma'lumotnomasi). Natijada mayinlik darajasi 0,15 mm gacha bo'lgan faol kuldan foydalanib D500, D600 va D800 markadagi gazkulbetonlarni kam sement sarflab olish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha tadqiqot natijalari 6 ta xalqaro va 4 ta Respublika konferensiyalarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 11 ta ilmiy ish, shundan 1 ta monografiya, 1 ta "Scopus" bazasidagi maqola, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy jurnallarda 9 ta va 2 ta maqola xorijiy jurnalda nashr qilingan. Bundan tashqari Intellektual mulk agentligidan EHM uchun dasturiy ta'minotga 2 ta egalik huquqini belgilovchi guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat bo'lib, dissertatsiyaning hajmi 116 betdan iborat.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida bajarilgan dissertatsiya tadqiqotlarining dolzarbligi ifodalangan, tadqiqotlarning maqsad va vazifalari hamda tadqiqot obyekti va predmeti keltirilgan, tadqiqotlarning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlarga mos ekanligi ko'rsatilgan, tadqiqotlarning ilmiy yangiligi va olingan natijalari, hamda ularning ilmiy-amaliy ahamiyati keltirilgan, tadqiqot ishlari natijalarini amaliyotda ishlab chiqarishga tatbiq etilganligi haqidagi ma'lumotlar bayon etilgan. Tadqiqot ishlari natijalarining aprobatsiyasi haqidagi ma'lumotlar, ilmiy nashrlar, shuningdek, dissertatsiya strukturasi va hajmi to'g'risidagi ma'lumotlar taqdim etilgan.

Dissertatsiyaning "**Serg'ovak beton ishlab chiqarish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili va masalaning qo'yilishi**" deb nomlangan birinchi bobida, ilmiy muammoning zamonaviy holatini chet el, hamda yurtimiz olimlari tomonidan chop etilgan ilmiy maqola va ishlanmalarida keltirilgan izlanishlari natijalari tahlili keltirilgan. Unda serg'ovak betonlarning turlari va ishlab chiqarishning dolzarb muammolari, ishlab chiqarishning an'anaviy texnologiyasi, gazbeton beton ishlab chiqarishda texnogen chiqindilardan foydalanish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili, kimyoviy qo'shimchalarni yaratish va qo'llash bo'yicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar tahlili, energiya va resurs tejamkor g'ovak beton bloklar ishlab

chiqarish istiqbollari bo'yicha mavjud muammolar o'rganib chiqilgan va tahlil qilinib, tadqiqotning ishchi gipotezasi, maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning **“Foydalaniladigan materiallarning xususiyatlari va tadqiqot usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ishida qo'llanilgan materiallarning xususiyatlari, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish usullari, kimyoviy qo'shimcha bilan modifikatsiyalangan gazkulbeton tarkibidagi komponentlarning o'zaro bog'liqligini aniqlash uchun hisoblashni matematik modellashtirish usullari haqidagi ma'lumotlar taqdim etilgan. Ilmiy tadqiqot ishida “Ohangaronsement” AJ da ishlab chiqarilgan, DAST 31108-2020 va DAST 30515-2013 talablariga javob beruvchi CEM I 42,5 N va CEM II/AK (Z-I) 42,5 N markadagi sementlar, “Angren IES” OAJ kuli (0,15 mm gacha yiriklikdagi) va toshqoli, gaz hosil qiluvchi – alyuminiy kukuni, natriy gidroksidi va superplastifikator qo'shimchalaridan foydalanilgan. Ushbu bobda komponentlarning davlatlararo standartlarga muvofiq aniqlangan asosiy xususiyatlari haqidagi ma'lumotlar keltirib o'tilgan.

Gazkulbeton va uning xom ashyo materiallari xususiyatlarini aniqlash bo'yicha tajriba ishlarining asosiy qismi Farg'ona politexnika instituti “Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish” kafedrasida laboratoriyasida hamda Toshkent arxitektura-qurilish universiteti “Qurilish va atrof-muhit muhandisligi” kafedrasida bajarildi.

Dissertatsiyaning **“Gazkulbetonning optimal tarkibi, fizik-mexanik xossalari va ularni “SDj-1” kimyoviy qo'shimchasi bilan takomillashtirish”** nomli uchinchi bobida issiqlik elektr stansiyasi kuli asosidagi gazkulbeton tarkibini kimyoviy qo'shimchalar bilan takomillashtirishning ilmiy asoslari, gazkulbeton qorishmasining reologik xossalariga “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasining ta'siri, “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasi qo'shilgan issiqlik elektr stansiyasi kullari asosidagi kompozit gazkulbeton tarkibini tanlash, tajribaviy statistik modellashtirish usulida “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbeton komponentlarining o'zaro bog'liqligi hisoblangan, “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning fizik-mexanik xossalari aniqlangan.

Gazkulbeton qorishmasining reologik xossalariga “SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo'shimchasining ta'siri. Tadqiqotlarda mahalliy xom ashyolardan olingan “SDj-1” markadagi superplastifikator qo'shimchasidan foydalanildi.

Gazkulbeton qorishmasini suv talabchanligi va yoyiluvchanligiga “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasining ta'sirini aniqlash bo'yicha olib borilgan tajriba ishlari uchun 40 °C haroratgacha isitilgan suvdan foydalanildi.

“SDj-1” superplastifikator qo'shimchasini gazkulbeton qorishmasining reologik xossalariga ta'siri o'rganildi. “SDj-1” superplastifikator qo'shimchasini gazkulbeton qorishmasining normal qo'yiqligiga ta'sirini aniqlash bo'yicha tajriba natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

“SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasini gazkulbeton qorishmasining normal qo‘yiqligiga ta’siri

№	Sement miqdori, %	IES kuli miqdori (0,15 mm), %	Sement massasiga nisbatan kimyoviy qo‘shimcha miqdori, %	S/Q nisbati	Qorishmaning yoyiluvchanligi, sm
1	50	50	—	0,60	7
2	50	50	—	0,65	13
3	50	50	—	0,70	18
4	50	50	—	0,75	22
5	50	50	0,8	0,60	9
6	50	50	0,8	0,65	15
7	50	50	0,8	0,70	20
8	50	50	0,8	0,75	24
9	50	50	1,2	0,60	22
10	50	50	1,2	0,65	25
11	50	50	1,2	0,70	29
12	50	50	1,6	0,60	23
13	50	50	1,6	0,65	26
14	50	50	1,6	0,70	30

Tajriba natijalariga ko‘ra kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbeton qorishmasining yoyiluvchanligi S/Q nisbati 0,75 tashkil etganda uning yoyiluvchanligi 22 sm tashkil etdi. 0,8 % kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilgan gazkulbeton qorishmasining yoyiluvchanligi S/Q nisbati 0,75 tashkil etganda uning yoyiluvchanligi 24 sm, 1,2 % kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilgan gazkulbeton qorishmasining yoyiluvchanligi S/Q nisbati 0,60 tashkil etganda uning yoyiluvchanligi 22 sm va 1,6 % qo‘shimcha qo‘shilgan gazkulbeton qorishmasining yoyiluvchanligi S/Q nisbati 0,60 ni tashkil etganda uning yoyiluvchanligi 23 sm ni tashkil etdi. Bunda qo‘shilgan “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasining miqdori asosida olingan tajriba natijalariga muvofiq, gazkulbeton qorishmasiga eng optimal qo‘shiladigan “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasining miqdori sementning massasiga nisbatan 1,2 % ekanligi aniqlandi. Sababi, 1-jadvalga ko‘ra, “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi miqdori 0,8 % qo‘shilgan va qo‘shimcha qo‘shilmagandagi qorishma yoyiluvchanligida farq deyarli katta emasligi, “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi 1,6 % va 1,2 % qo‘shilgandagi natijalarda ham, S/Q – 0,6 da farq 1 sm tashkil etdi (1-jadval).

Gazkulbeton xususiyatlariga issiqlik elektr stansiyasi kuli hamda “SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasining ta’siri. Tajriba tadqiqotlari kul asosida tayyorlanadigan superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton laboratoriya namunalarini tayyorlash uchun optimal tarkibni aniqlashga yo‘naltirilgan. “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasining gazkulbeton mustahkamligiga ta’sirini aniqlash uchun namunalar tayyorlandi. Tayyorlangan namunalarning tarkibi va fizik-mexanik xossalarini aniqlash bo‘yicha olib borilgan tajriba natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

D600 markadagi gazkulbeton namunalarning tarkibi va uning mustahkamligiga “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasining ta’siri

№ t/r	Sement	IES kuli (0,15 mm)	S/Q	Alyumin kukuni, qattiq moddalar og‘irligiga nisbatan, %	Sement massasiga nisbatan, %		Gazkulbetonning siqilishdagi mustahkamligi, MPa		
					SDj-1	NaOH	3 kun	7 kun	28 kun
1	300	300	0,75	0,15	—	0,20	0,81	1,17	2,13
2	300	300	0,75	0,15	0,2	0,20	0,98	1,21	2,35
3	300	300	0,75	0,15	0,4	0,20	0,97	1,23	2,49
4	300	300	0,75	0,15	0,6	0,20	1,22	1,30	3,12
5	300	300	0,70	0,15	0,8	0,15	1,21	1,38	3,39
6	300	300	0,70	0,15	1,0	0,15	1,23	1,33	3,45
7	300	300	0,60	0,10	1,2	0,10	1,43	2,24	3,66
8	300	300	0,60	0,10	1,4	0,10	1,29	2,63	3,60
9	300	300	0,60	0,10	1,6	0,10	1,13	1,77	3,57

Tajriba namunalari sinash orqali 50 % sement, 50 % kul qo‘shilgan namunalarning zichligi loyihaga mos ravishda $\rho = 588 \div 628 \text{ kg/m}^3$, mustahkamligi $R_{siq} = 2,13 \div 3,66 \text{ MPa}$ ekanligi aniqlandi. Suv talabchanligi esa “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi miqdorini ortib borishiga qarab kamayib bordi. 2-jadvalda namunalarning siqilishdagi mustahkamlik bo‘yicha natijalari asosida grafik tuzilgan. Olib borilgan tajriba ishlari natijalari barcha muddatlardagi (3, 7, 28 kun) “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton tajriba namunalarning mustahkamligi, superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilmagan nazorat namunalari nisbatan oshganligini ko‘rsatdi. Bunda eng yaxshi natijalarni 1,2 – 1,4 – 1,6 % miqdorda “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan namunalarda kuzatildi.

Tajribaviy statistik modellashtirish usulida “SDj-1” kimyoviy qo‘shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbeton tarkibini optimallashtirish. Gazkulbetonning matematik modeli to‘liq faktorli uch o‘zgaruvchili ortogonal reja shaklida tayyorlab olindi. Gazkulbeton tayyorlashning asosiy texnologik faktorlari sifatida 1 m^3 gazkulbeton qorishmasini tayyorlash uchun suv-qattqlik nisbati, S/Q (X_1); qorishmadagi o‘lchami 0,15 mm dan kichik bo‘lgan kul miqdori (X_2); va “SDj-1” markadagi superplastifikator qo‘shimchasi, % (X_3) miqdorlari belgilab olindi.

Komponentlarning o‘zgarish chegaralari quyidagi 3-jadvalda keltirilgan.

Faktorlarning o‘zgarish chegaralari

Faktorlar	O‘zgarish chegaralari			O‘zgarish intervali
	+1	0	-1	
Suv qattqlik nisbati, S/Q, X_1	0,65	0,6	0,55	0,05
Kul miqdori, nisbatda, X_2	0,55	0,50	0,45	0,05
“SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi miqdori, % X_3 .	1,4	1,2	1	0,2

Sinov ishlarini bajarishda gazkulbeton namunalari xossalari o'rganib chiqildi va tanlab olingan 3 ta faktorlar (suv-qattqlik nisbati, S/Q (X_1); qorishmadagi kul miqdori (X_2); va "SDj-1" markadagi superplastifikator, % (X_3)) namunalarning mustahkamligiga ko'rsatadigan ta'sirini hisoblash maqsad qilib olindi. Matematik reja uch darajadagi (pastki, o'rta va yuqori) uchta faktorning o'zgarishini hisobga oladi va bunda faktorlar darajalarining 9 ta nuqtasida tajribalar o'tkazish qabul qilindi. Tajriba namunalari amaldagi xalqaro standartlarga muvofiq laboratoriya sharoitida 100x100x100 mm o'lchamlarda tayyorlangan namunalarda ustida bajarildi.

$$y = 3,0431 - 0,0511x_1 + 0,0405x_3 - 0,0303x_1x_2 - 0,0386x_2x_3$$

Gazkulbeton mustahkamligi (R) bo'yicha o'rganilgan faktorlar orasidagi bog'liqlik chiziqli ekanligi aniqlandi. Hisoblash davomida aniqlangan koeffitsientlarning ahamiyatli ekanligi Student kriteriyasi bo'yicha aniqlandi va hosil qilingan tenglama Fisher kriteriyasi bo'yicha taqqoslab yaroqliligi (adekvatligi) tasdiqlandi.

"SDj-1" superplastifikator kimyoviy qo'shimchasi bilan modifikatsiyalangan kompozit gazkulbetonning fizik-mexanik xossalari. Superplastifikator qo'shimchasi bilan modifikatsiya qilingan gazkulbeton namunalari fizik-mexanik xossalari aniqlash tadqiqot ishlari Farg'ona politexnika institutining "Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish" kafedrasida laboratoriyasida, Toshkent arxitektura-qurilish universitetining "Qurilish va atrof-muhit muhandisligi" kafedrasida laboratoriyasida va "Gidroproekt" laboratoriyasida amalga oshirildi. Gazkulbeton namunalari tarkibi va fizik-mexanik xossalari aniqlash bo'yicha olib borilgan tajriba natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

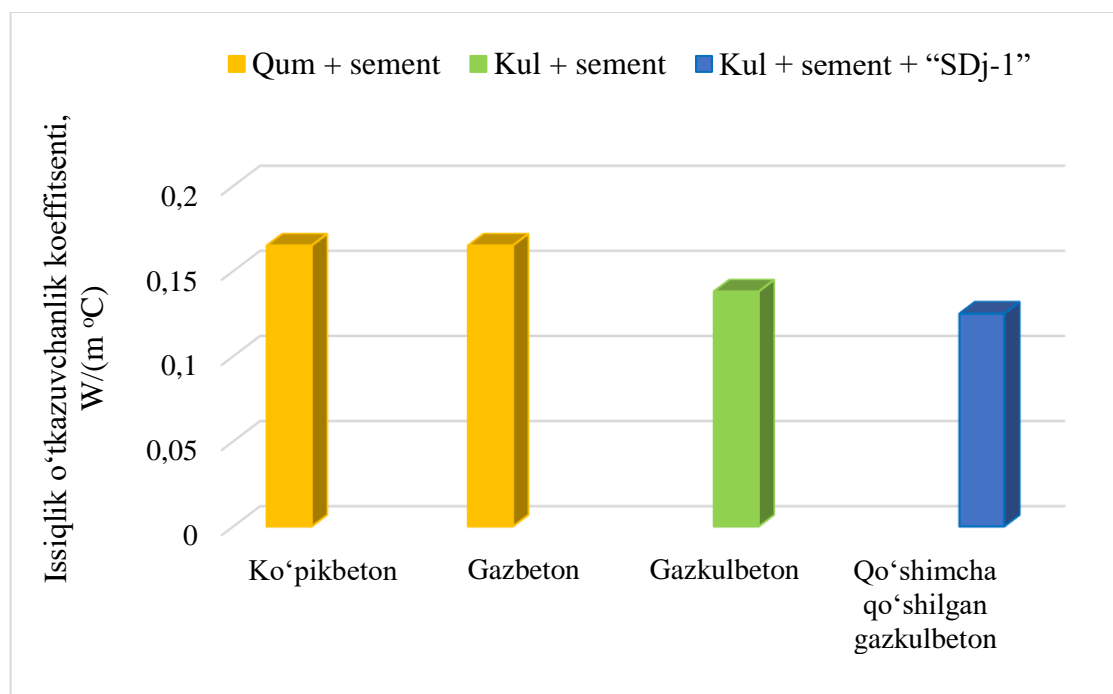
**IES kuli asosidagi gazkulbetonning mustahkamligiga
IES kultoshqolning ta'siri**

№ t/r	Sement	IES kuli (0,15 mm)	Kul- toshqol	S/Q	Alyumin kukuni, qattiq moddalar massasiga nisbatan, %	Sement massasiga nisbatan, %		R_{siq} , MPa	ρ , kg/m ³
						SDj-1	NaOH		
1	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	2,43	553
	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	3,10	539
	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	2,39	540
2	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,62	623
	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,55	586
	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,57	607
3	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,64	678
	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,63	681
	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,69	662
4	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,18	634
	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,49	661
	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,35	655

Namunalarning mustahkamligi, superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilmagan nazorat namunalariga nisbatan oshganligini ko‘rsatdi. Olib borilgan tajriba ishlari “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning 2 – tartib raqamidagi tajribalarda “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton tajriba namunalarining mustahkamligi, 4 – guruhdagi superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilmagan nazorat namunalariga nisbatan 31 % ga yuqori ekanligini ko‘rishimiz mumkin. Bulardan tashqari tajriba namunalarining mustahkamligiga kul-toshqol miqdorining ta’siri ham sezilarli ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi va 10 % miqdordagi kul-toshqol to‘ldiruvchi sifatida foydalanilgan namunalar qorishmalarining suvga talabchanligini 5 % ga kamaytirishga yordam berishi aniqlandi.

“SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning issiqlik o‘tkazuvchanlik xossasi. “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasini gazkulbetonning issiqlik o‘tkazuvchanlik xossasiga ta’sirini aniqlash Toshkent arxitektura-qurilish universitetining “Qurilish va atrof-muhit muhandisligi” kafedrasida laboratoriyasining “ITC-1” markadagi qurilmasi yordamida sinovdan o‘tkazilib, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientlari (λ) aniqlandi. 1-rasmda D600 markadagi turli xom ashyolar asosida tayyorlangan namunalarning sinov natijalari berilgan.

Tajriba ishlarida foydalanilgan “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning issiqlik o‘tkazuvchanligi, kul-sement asosida tayyorlangan gazkulbeton namunasiga qaraganda 10 % ga past ekanligi aniqlandi.



1-rasm. Xom ashyoga bog‘liq holda serg‘ovak beton namunalarining issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientlarini o‘zgarishi.

“SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning sovuqqa chidamliligi. Tajriba ishlari “Gidroproekt” AJ ning qurilish materiallari laboratoriyasida hamda Farg‘ona politexnika institutining

“Qurilish materiallari va buyumlari” laboratoriyasida olib borildi. Serg‘ovak beton namunalarini sovuqqa chidamlilikga sinash natijalari 5-jadvalda berilgan.

Serg‘ovak beton namunalarini sovuqqa chidamlilikga sinash natijalaridan 33 marotabagacha muzlatish va eritish sikllaridan so‘ng, barcha tarkibdagi serg‘ovak beton namunalari sinovlarga yaxshi bardosh berganliklari aniqlandi. Sinalgan namunalarning massa va mustahkamligining kamayishi DAST 25485-2019 talablariga to‘liq javob berdi va sovuqqa chidamlilik bo‘yicha F35 markaga mos keladi. Modifikatsiyalangan gazkulbeton namunamiz esa boshqa namunalarga nisbatan sovuqqa chidamliligi 39 siklgacha sinaldi va F50 markaga mos ekanligi aniqlandi.

5-jadval

Serg‘ovak beton namunalarini sovuqqa chidamlilikga sinash natijalari

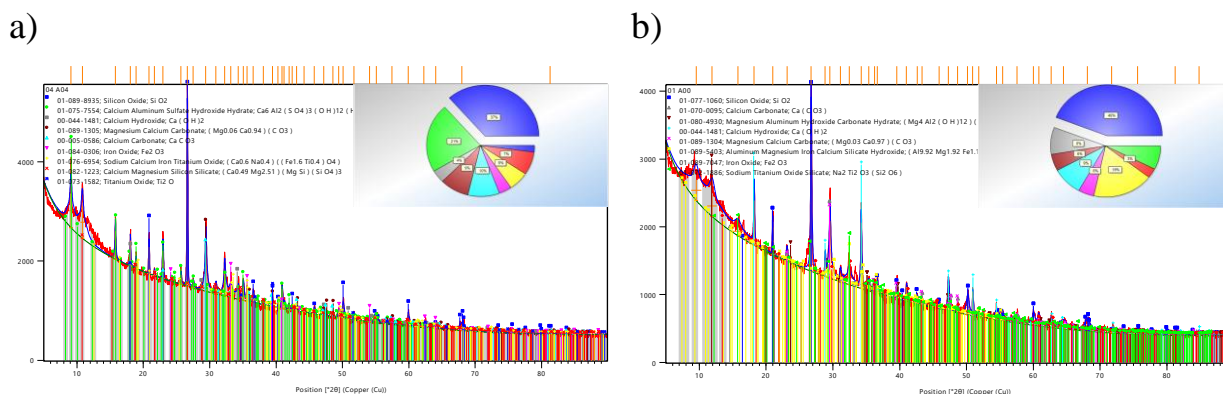
№ t/r	Serg‘ovak beton turi va xom ashyosi	Siqilishdagi o‘rtacha mustahkamlik, MPa		Muzlatish va eritishdagi yo‘qotish, %		Sovuqqa chidamlilikga aniqlashdagi sikllar soni	DAST 25485-2019 talabi bo‘yicha sovuqqa chidamlilik markasi
		Sinashdan avval	Sinashdan keyin	Massa	Mustahkamlik		
1	Ko‘pikbeton	2,1	1,94	4,4	7,7	27	F35
2	Gazbeton	2,3	2,12	4,2	7,9	29	F35
3	Gazkulbeton	2,4	2,25	1,8	6,2	33	F35
4	“SDj-1” qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton	3,7	3,5	1,3	5,4	39	F50

Dissertatsiyaning **“Kimyoviy qo‘shimcha bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning asosiy xususiyatlarini tahlillari va texnik-iqtisodiy samaradorligi”** nomli to‘rtinchi bobida esa “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning fazaviy tarkibi, mikrostrukturasi, sementning gidratatsiyasi, kristallanishi kabi xossalarini fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida xossalarini o‘rganish uchun differensial termik tahlil, rentgen fazaviy tahlil, infraqizil spektroskopiya va skanerlovchi elektron mikroskopiya usullaridan foydalanildi. “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi bilan modifikatsiyalangan gazkulbetonning (RFT, DTT-TG, IQS, SEM) fizik-kimyoviy tahlillari natijalari keltirilgan.

Gazkulbetonlarning rentgen fazali tahlillari. Sement toshining struktura hosil qilishiga kul bilan birgalikda “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasining ta’siri o‘rganildi.

Bu jarayon natijalarini to‘liq tahlil qilish uchun tanlab olingan optimal tarkibdagi “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan va qo‘shilmagan gazkulbeton tajriba namunalarini rentgen difraksion tahlildan o‘tkazildi. Optimal

tarkibida tayyorlangan gazkulbeton namunalarini RDT qilingan rentgeno-grammalari 2-rasmlarda keltirilgan.



2-rasm. Olingan natijalar bo'yicha rentgeno-grammalar:

a) Angren IES kuli asosidagi gazkulbeton rentgeno-grammasi; b) 1,2 % "SDj-1" superplastifikator qo'shimchasi qo'shilgan gazkulbeton rentgeno-grammasi.

Angren IES kuli asosidagi gazkulbeton va 1,2 % "SDj-1" superplastifikator qo'shimchasi qo'shilgan gazkulbeton rentgeno-grammalari ko'rsatilgan (2-rasm).

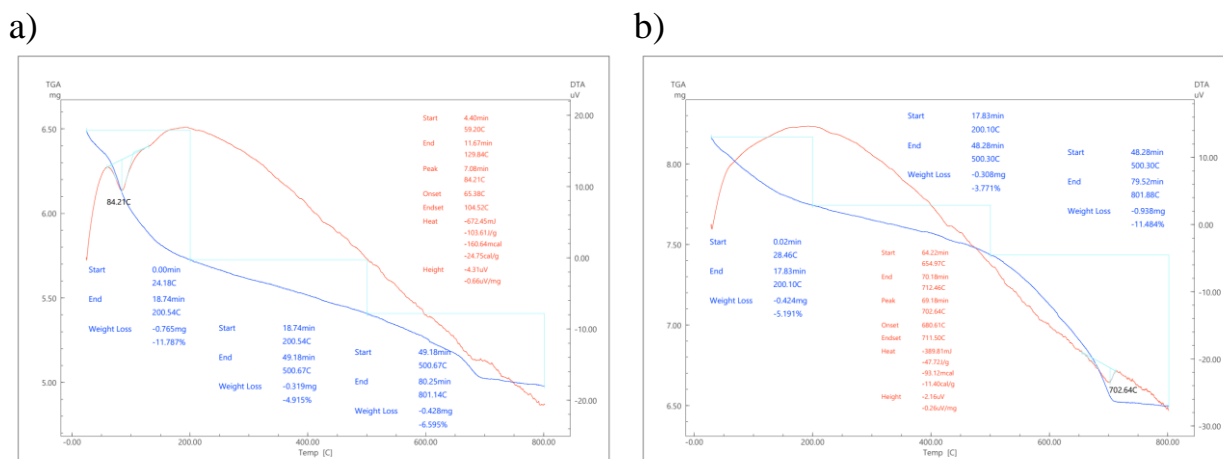
a) suratni tahlil qilish natijasida turli minerallar va ularning asosiy cho'qqilaridagi sirtlararo masofalari quyidagicha ekanligi aniqlandi: Kremniy oksidi SiO_2 ($d = 4.25798 \text{ \AA}$); Kalsiy alyuminiy sulfat gidroksidi gidrati $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12}(\text{H}_2\text{O})_{26}$ ($d = 9.72632 \text{ \AA}$); Kalsiy gidroksidi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 4.91623 \text{ \AA}$); Magniy kalsiy karbonat ($\text{Mg}_{0.06}\text{Ca}_{0.94}$) (CO_3) ($d = 3.03469 \text{ \AA}$); Kalsiy karbonat CaCO_3 ($d = 2.88734 \text{ \AA}$); Temir oksidi Fe_2O_3 ($d = 2.70010 \text{ \AA}$); Kalsiy natriy temir titan oksidi ($\text{Ca}_{0.6}\text{Na}_{0.4}$) ($(\text{Fe}_{1.6}\text{Ti}_{0.4})\text{O}_4$) ($d = 8.18365 \text{ \AA}$); Kalsiy magniy kremniy oksidi ($\text{Ca}_{0.49}\text{Mg}_{2.51}$) (MgSi) ($(\text{SiO}_4)_3$) ($d = 4.68992 \text{ \AA}$); Titan oksidi Ti_2O ($d = 2.55848 \text{ \AA}$).

b) suratni tahlil qilish natijasida turli minerallar va ularning asosiy cho'qqilaridagi sirtlararo masofalari quyidagicha ekanligi aniqlandi: Kremniy oksidi SiO_2 ($d = 4.23159 \text{ \AA}$); Kalsiy karbonat $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ ($d = 2.27549 \text{ \AA}$); Magniy alyuminiy gidroksidi karbonat gidrati ($\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12}(\text{CO}_3)(\text{H}_2\text{O})_3$) ($d = 3.84245 \text{ \AA}$); Kalsiy gidroksidi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 4.87056 \text{ \AA}$); Magniy kalsiy karbonat ($\text{Mg}_{0.03}\text{Ca}_{0.97}$) (CO_3) ($d = 3.02010 \text{ \AA}$); Alyuminiy magniy temir kalsiy kremniy gidroksidi ($\text{Al}_{9.92}\text{Mg}_{1.92}\text{Fe}_{1.16}\text{Ca}_{19}(\text{SiO}_4)_{10}(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{OH})_{10}$) ($d = 1.4822 \text{ \AA}$); Temir oksidi Fe_2O_3 ($d = 3.09346 \text{ \AA}$); Natriy titan oksidi kremniy oksidi $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_3(\text{Si}_2\text{O}_6)$ ($d = 5.60499 \text{ \AA}$).

Gazkulbeton namunalarining differensial termik tahlillari. Dinamik termogravimetrik analiz usuli tekshirilayotgan namunalardagi fazaviy o'zgarishlarni qayd etish va ularning harorat parametrlarini o'rganish uchun qo'llanildi.

Tadqiqot ishida qo'shimcha qo'shilmagan va "SDj-1" superplastifikator qo'shimchasi bilan modifikatsiya qilingan gazkulbeton namunalarning termogravimetrik egri chiziqlari o'rganildi. "Angren IES" kuli asosidagi

superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilmagan gazkulbeton namunasining termogravimetrik tahlili amalga oshirildi (3-rasm).



3-rasm. Olingan natijalar bo‘yicha termogravimetrik tahlillar:

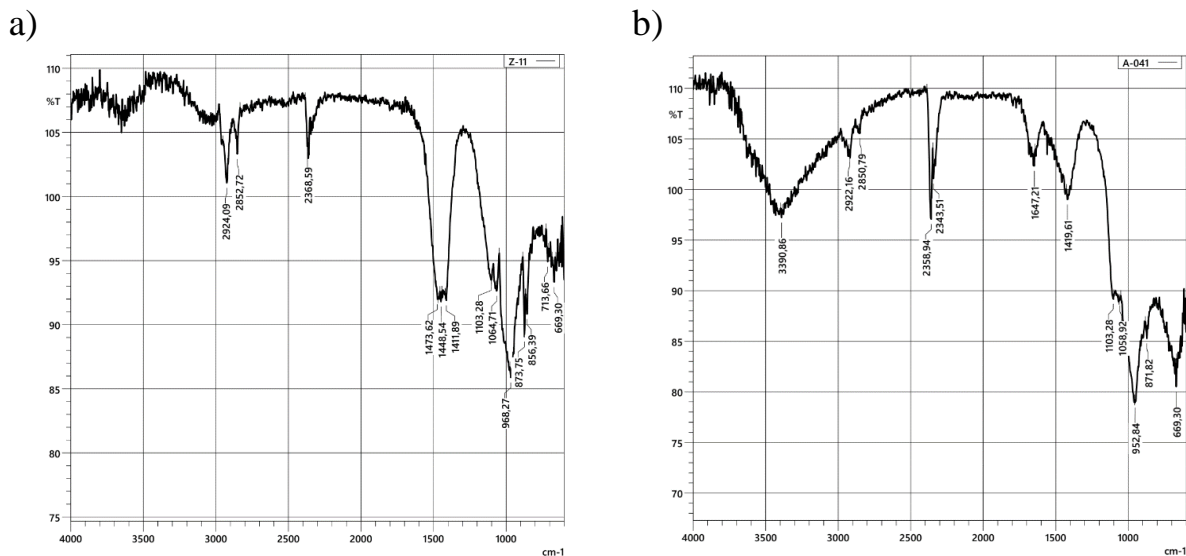
a) Angren IES kuli asosidagi gazkulbeton termogravimetrik tahlili; b) 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton termogravimetrik tahlili.

Keltirilgan IES kullari asosidagi gazkulbeton va “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton termogravimetrik tahlili quyidagi xulosaga asos bo‘ldi, kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan namunalarga nisbatan kimyoviy qo‘shimcha, ya’ni “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan namunalarga qaraganda umumiy massa yo‘qotilishining kamayganligi aniqlandi. Angren IES kuli asosidagi kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbeton namunasining umumiy massa yo‘qotilishi 23,297 % (1,512 mg) ni tashkil etgan bo‘lsa (3-rasm, a), Angren IES kuli asosidagi 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton namunasining umumiy massa yo‘qotilishi 20,446 % (1,67 mg) ni tashkil etdi (3-rasm, b). Bunda namunalarning harorat ta‘siridagi umumiy massa yo‘qotilishi 2,851 % ga farq qilishi aniqlandi. Bu esa kimyoviy qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton namunasining harorat parametrlari yaxshilanganligini tasdiqladi.

Gazkulbetonlarning infra qizil spektrli tahlillari. IQ-spektr usulida tadqiq qilishdan asosiy maqsad, moddalarni o‘zaro bir-biri bilan taqqoslash uchun qo‘llanildi. Tadqiqot ishida IQ-spektr usulidan kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan va 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton namunalarini IQ-spektrlarini o‘zaro taqqoslab sodir bo‘lgan o‘zgarishlarga baho berish uchun foydalanildi. Sinovlar natijasida olingan spektrogramma tasvirlari 4-rasmlarda keltirilgan.

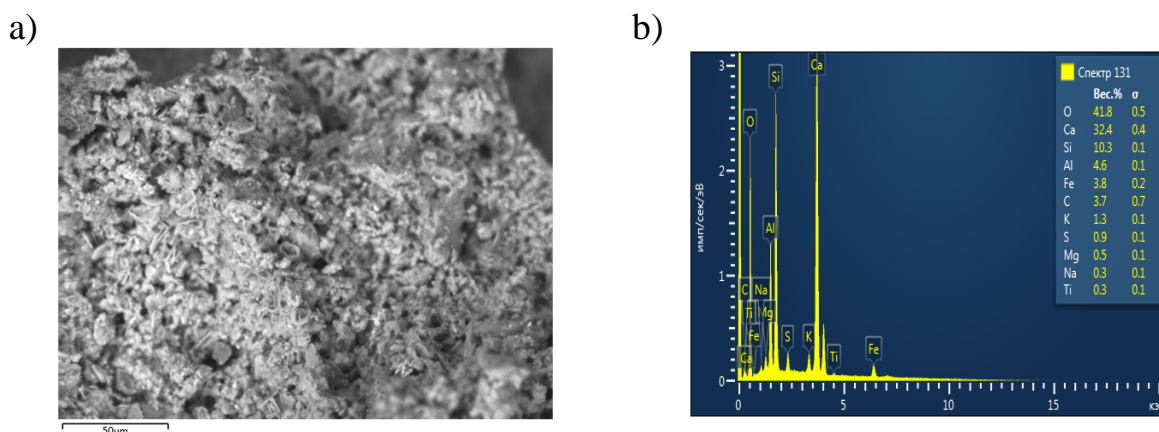
Keitirilgan spektrogrammada (4-rasm) Angren IES kuli asosida tayyorlangan va kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbeton namunasining egri chiziqlarida $2852,72 \text{ sm}^{-1}$ – $2924,09 \text{ sm}^{-1}$ – $2368,59 \text{ sm}^{-1}$ sohalardagi tebranishlar qayd etilgan

bo‘lib, asosan “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgandan so‘ng aynan shu sohalarda asosiy o‘zgarishlar kuzatildi.



4-rasm. Angren IES kuli asosidagi gazkulbetonlarning infra qizil spektrli tahlillari: a) kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbeton IQ-spektri; b) 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton IQ-spektri.

Skanerlovchi elektron mikroskop va elementlar tahlillari. Angren IES kullari asosidagi “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shib tayyorlangan gazkulbeton namunalarining sirt morfologiyalari, mikrostrukturalari, gidrat neoplazmalarining fazaviy va elementlar tarkiblari elektron mikroskopda skanerlash usuli yordamida o‘rganildi. Gazkulbeton namunalarining elektron mikroskopik tasvirlari 5, 6-rasmlarda keltirilgan.

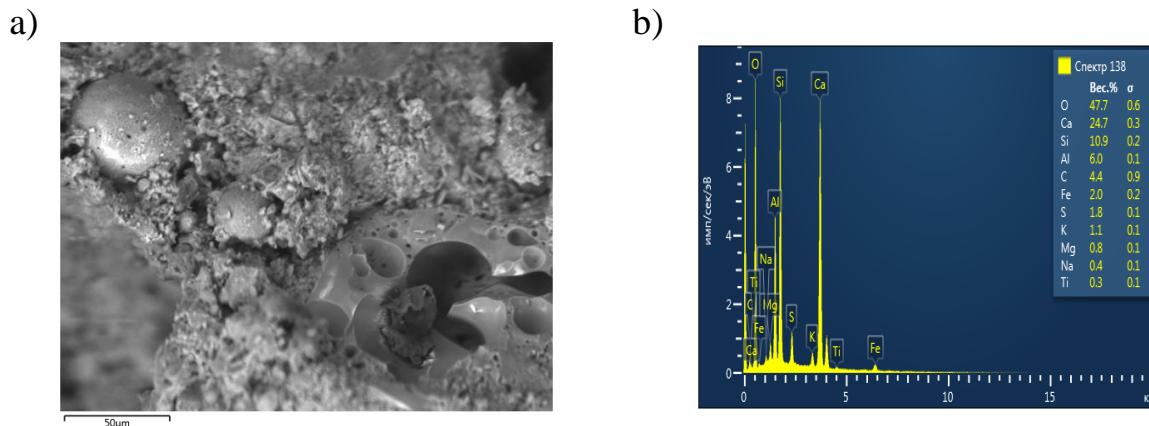


5-rasm. Angren IES kuli asosidagi kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbeton namunasining elektron mikroskopik tasvirlari va tarkibi.

5-rasmda Angren IES kuli asosidagi kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilmagan gazkulbetonning elektron mikroskopik tasvirlari keltirilgan bo‘lib, rasmning a)

qismiga e'tibor qaratisa u yerda gazkulbeton yuzasida mikro yoriqlar hosil bo'lganligini ko'rish mumkin, va shu sababli minerallarning o'zaro sifatsiz bog'langanligini kuzatish mumkin.

5-rasmning b) qismida belgilangan maydonchadagi mavjud kimyoviy elementlar va ularning miqdorlari tasvirlangan.



6-rasm. Angren IES kuli asosidagi 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning elektron mikroskopik tasvirlari va tarkibi.

6-rasmda Angren IES kuli asosidagi 1,2 % “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonning elektron mikroskopik tasvirlari keltirilgan bo‘lib, rasmning a) qismiga e'tibor qaratisa u yerda gazkulbeton yuzasida mikro yoriqlar mavjud emasligi va namunada hosil bo'lgan g'ovaklar yopiq turga mansub ekanligini, g'ovak devorlarining zichligini va ularda mikro yoriqlar yo'qligini kuzatish mumkin. Bundan tashqari, u yerda minerallar ko'plab bog'lanish va “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi ta'sirida turli shakldagi neoplazmalar hosil bo'lganligini ko'rish mumkin. 6-rasmning b) qismida belgilangan maydonchadagi mavjud kimyoviy elementlar va ularning miqdorlari tasvirlangan.

“SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonni tajribaviy ishlab chiqarishga joriy etish va texnik-iqtisodiy samaradorligi. Dissertatsiyaning ushbu paragraflarida “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonni tajribaviy ishlab chiqarishga joriy etish va “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi bilan takomillashtirilgan gazkulbetonning texnik-iqtisodiy samaradorligi keltirib o'tilgan. “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbetonni tajribaviy ishlab chiqarishga joriy etish Farg‘ona viloyati, Qo‘qon shahridagi “New building-bricks” MCHJ, Farg‘ona viloyati, Oltiariq tumani, Zilxa shaharchasidagi “Zilxa temir beton mahsulotlari” SHK larda amalga oshirildi. Farg‘ona viloyati, Qo‘qon shahridagi “New building-bricks” MCHJ da “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi qo‘shilgan gazkulbeton bloklarini tajriba-ishlab chiqarishga tatbiq qilingan.

“SDj-1” superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasi bilan takomillashtirilgan gazkulbetonning texnik-iqtisodiy samaradorligi. “SDj-1” superplastifikator

qo‘shimchasi asosida takomillastirilgan gazkulbetonni tayyorlash uning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash bilan bir qatorda, xom ashyoni tejashga va energiya sarfini kamaytirishga doir bo‘lgan dolzarb muammolarni ham qisman yechimini o‘z ichiga oladi.

Farg‘ona viloyati, Qo‘qon shahridagi “New building-bricks” MCHJ da modifikatsiyalangan 1 m³ gazkulbeton bloklari ishlab chiqarishdan 93 978 so‘m tejashga ya‘ni, 22 % gacha iqtisodiy samaraga erishish mumkinligi aniqlandi.

UMUMIY XULOSALAR

1. Gazkulbeton tayyorlash uchun to‘ldiruvchi sifatida IES kulidan bog‘lovchi massasiga teng miqdorda ya‘ni 1/1 nisbatda foydalanish eng qulay miqdor ekanligi tajriba sinov ishlari natijasida aniqlandi. Tajriba tadqiqot ishlari natijasida D600 markadagi gazkulbeton qorishmasini tayyorlash uchun 300 kg sement, 300 kg kul, S/Q-0.6, “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasi sementni massasiga nisbatan 1,2 % miqdorda qo‘shib tayyorlash eng optimal tarkib ekanligi aniqlandi.

2. Gazkulbetonning mustahkamligi va o‘rtacha zichligini o‘zgarishiga foydalanilgan komponentlarning ta‘sirini ifodalovchi matematik model ishlab chiqildi. Gazkulbeton mustahkamligi (R) bo‘yicha o‘rganilgan faktorlar orasidagi bog‘liqlik chiziqli ekanligi aniqlandi. Hisoblash davomida aniqlangan koeffitsientlarning ahamiyatli ekanligi Student kriteriyasi bo‘yicha tekshirildi va hosil qilingan tenglama Fisher kriteriyasi bo‘yicha taqqoslab yaroqliligi (adekvatligi) tasdiqlandi.

3. “SDj-1” superplastifikatori gazkulbeton qorishmasiga 1,2 % miqdorda qo‘shilganida, uning qotish jarayonini tezlashtirishi va suvga talabchanligini 15-20 % ga kamaytirishi aniqlandi. “SDj-1” superplastifikator qo‘shimchasini gazkulbetonga ta‘sirini fizik-kimyoviy tahlil qilish usullari orqali aniqlandi va ijobiy natijalar olindi.

4. Modifikatsiyalangan gazkulbeton tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqildi va amaliyotga joriy qilish ishlari Farg‘ona viloyati, Qo‘qon shahridagi “New building-bricks” MCHJ da hamda, Farg‘ona viloyati, Oltiariq tumani, Zilxa shaharchasidagi “Zilxa Temir Beton Maxsulotlari” SHK larida modifikatsiyalangan 1 m³ gazkulbeton bloklari ishlab chiqarishdan 22 % gacha iqtisodiy samaraga erishish mumkinligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ОТАЖОНОВ ОЛМОСБЕК АСКАРАЛИЕВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА, СВОЙСТВ И
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ
СТЕНОВЫХ ЗОЛОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

05.09.05 – «Строительные материалы и изделия»

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Ташкент-2024

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2022.2.PhD/T2959.

Докторская диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на сайте Ученого совета (www.taqu.edu.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Сатторов Зафар Мурадович кандидат технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Бахадиров Азизбек Абдулазизович доктор технических наук, профессор Ахмедов Султан Илясович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится 7 ноября 2024 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном университете. (Адрес: 100194, г. Ташкент, Юнусабадский район, улица Янги шаҳар, дом 9. Тел.: (+99855) 508 02 95; факс: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.uz, devon@taqu.edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного университета (за регистрировано за № 130). (Адрес: 100194, г. Ташкент, Юнусабадский район, улица Янги шаҳар дом 9. Тел.: (99855) 508 02 95; факс: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «_____» октября 2024 года.

(протокол рассылки № _____ от _____ октября 2024 г.).

Х.А. Акромов
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

И.И. Сиддиков
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук, доцент

Б.А. Аскарлов
Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность диссертационной темы. В мировой промышленности строительных материалов растет потребность в производстве энергоэффективных, ресурсосберегающих, теплоизоляционных, недорогих настенных ячеистых бетонных изделий, обладающих благоприятными эксплуатационными свойствами на основе использования при изготовлении материалов различных видов твердых промышленных отходов. В настоящее время в результате сжигания угля на теплоэлектростанциях всех стран мира за один год образуется более 900 миллионов тонн золы. Поэтому вопросы проведения исследований по улучшению качества и технологии производства пористых, лёгких бетонных блоков с применением золы занимают одно из ведущих мест среди глобальных проблем нашей планеты, так как утилизация отходов сгорания топлива позволяет улучшить окружающую среду. В настоящее время особое внимание уделяется улучшению прочностных, теплопроводных, звукоизоляционных и огнестойких свойств газозолобетона путём добавления химических добавок и созданию энергоэффективных технологий их производства.

Во всём мире проводятся научные и исследовательские работы по улучшению физических, механических и химических свойств газозолобетонов, оптимизации их состава, улучшению энергоэффективности технологии их производства, использованию химических добавок для сокращения сроков твердения, снижению водопотребности, использованию местного сырья и вторичных ресурсов производства, снижению расхода минеральных вяжущих веществ. В этом плане основными приоритетами являются улучшение водостойкости, повышение прочности, снижение теплопроводности ячеистых бетонов, создание идеальной структуры и определение оптимального количества промышленных отходов, которые будут включены в их состав. В связи с этим в актуальным является создание нового композитного газозолобетона на основе золы теплоэлектростанций, устойчивого к различным природно-климатическим условиям и внешним воздействиям, а также обладающего удобными эксплуатационными свойствами.

В нашей республике принимаются масштабные меры по производству качественных энерго- и ресурсосберегающих строительных материалов на основе местных твердых отходов промышленности и расширению их ассортимента, по обогащению внутреннего рынка конкурентоспособной продукцией из местного сырья. В Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» определен ряд задач, которые необходимо решить в сфере «снижения потерь в отраслях промышленности и повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения энергоэффективности». Среди вышеуказанных задач важное значение имеет производство строительных материалов из местного сырья, разработка состава различных

ресурсосберегающих стеновых строительных материалов на основе экономии бетонных заполнителей, являющихся природным ресурсом.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»¹, Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 мая 2019 года № ПП-4335 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 21 февраля 2022 года №ПП-139 «О дополнительных мерах по поддержке строительства жилья и промышленности строительных материалов», а также других нормативно-правовых документов связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследования приоритетам развития науки и техники республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан: II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы.

Были изучены и проанализированы научные труды зарубежных ученых С. Хачнел, К.А. Ямада, Н. Спиратос, Ю.В. Шукина, Т.А. Ухова, К.В. Гладких, С.Ф. Стелмах, К.П. Черных, В.П. Васильев, Р.Г. Долотова, О. Позняк, Чаритх Хератх, О. Ричард, Нгуэн Тхан Туан, Й.Ф. Хоуст, Э. Жановска-Ренкас, Б. Лотхенбач, С.Поурчэт и другие, проводивших исследования по добавлению золы-уноса в газобетон и использованию химических добавок.

Ведущие ученые в области строительных материалов нашей республики – А.Б.Ашрабов, Э.У.Косимов, Б.А.Аскарлов, Х.А.Акрамов, Н.А.Самигов, А.А.Тулаганов, А.И.Адилходжаев, М.К.Тохиров, С.А.Ходжаев, Н.Аббасхонов, У.А.Газиёв, Х.Х.Комилов, З.М.Сатторов и другие, внесли свой вклад в изучении вопросов оптимизации состава, улучшения качества, снижения себестоимости и улучшения структуры и свойств бетонов с использованием химических добавок и добились определенных достижений и важных научных результатов.

Анализ предыдущих исследований показал, что вопросы по влиянию химических добавок на структуру газозобетона, по разработке и оптимизации состава газозобетона с химическими добавками, по улучшению реологических свойств за счет использования химических добавок-суперпластификаторов на основе местного сырья, вопросы направленные на снижение стоимости стеновых конструкций из газозобетона, по снижению расхода цемента и повышение прочности недостаточно изучены. Поэтому создание композиции газобетона на основе золы-уноса, модифицированной химическими добавками и отвечающей высоким строительным техническим требованиям, не требующей паровой обработки и помола сырья, является экологически актуальной задачей.

¹ Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана»

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено на кафедре «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Ферганского политехнического института, согласно практического проекта (2022-2023 гг.) «Исследование оптимального состава, свойств и технологии производства ресурсосберегающих стеновых золобетонных изделий на основе техногенных отходов».

Целью исследования является разработка оптимального состава газозолобетона, изготавливаемого на основе золы ТЭС, модификация его химическими добавками, изучение свойств и исследование технологии производства.

Задачи исследования:

оптимизация состава газозолобетона на основе золы ТЭС, получаемого путем добавления суперпластификаторов;

изучение физико-механических и теплопроводных свойств модифицированного газозолобетона;

физико-химический анализ состава модифицированного газозолобетона;

усовершенствование технологии получения модифицированного газозолобетона с суперпластификатором и разработка рекомендаций.

В качестве **объекта исследования** были взяты газозолобетоны, приготовленные с использованием местного сырья, отходов техногенного происхождения и суперпластификаторы.

Предметом исследования являются физико-механические, физико-химические и технико-экономические параметры модифицированного газозолобетона с суперпластификатором на основе золы ТЭС.

Методы исследования. В исследованиях использованы стандартные методы, в том числе рентгенофазный анализ, дифференциально-термогравиметрический анализ, современные инфракрасно-спектроскопические методы физико-химического анализа, сканирующий электронно-микроскопический и элементный анализ, методы математического моделирования анализа результатов экспериментов.

Научная новизна исследования:

разработана композиция газозолобетона на основе 50% цемента, 50% зола уноса и 1,2% поликарбоксилатного эфира добавкой «СДж-1» с высокой прочностью и малой теплопроводности;

усовершенствована математическая модель оптимизации состава при определении изменения показателей прочности газозолобетона по зависимости массы цемента, золы и суперпластификатора;

снижена водопотребность газозолобетонной смеси, модифицированной суперпластификатором «СДж-1», выявлен механизм положительного влияния эфиров поликарбоксилатов на минералы цемента C_3S , C_2S , C_3A и C_4AF при формировании прочной структуры;

при изготовлении газозолобетона с использованием активной золы уноса разработана энергосберегающая технология без шаровой мельницы с повышенной производительностью, ускоряющая процесс затвердевания суперпластификатором «СДж-1» на основе эфиров поликарбоната.

Практические результаты исследования:

на основе цемента и золы в равных пропорциях изготовлены стеновые блоки на основе оптимального состава газозолобетона, улучшенного добавлением суперпластификатора;

исследованы физико-механические и физико-химические свойства нового модифицированного газобетона;

по результатам совершенствования технологии производства модифицированного газозолобетона и производства стеновых блоков достигнута экономическая эффективность до 22 %.

Достоверность результатов исследования. Глубокое и всестороннее изучение экспериментальных исследований с использованием современных приборов и стандартных методов обеспечивается проведением экспериментов в соответствии со строительными нормами и правилами и требуемыми государственными стандартами, выполнением результатов теоретических и экспериментальных исследований с высокой точностью, а также их внедрением в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов диссертации состоит в исследовании научных теорий по развитию модифицированного газобетона на основе использования золы-уноса ТЭС и суперпластификатора «СДж-1», анализа состава, физико-механических и физико-химических свойств.

Практическая значимость диссертации по результатам исследований – разработан усовершенствованный состав модифицированного газозолобетона с добавлением золы-уноса тепловых электростанций и суперпластификатора «СДж-1», разработаны рекомендации по совершенствованию технологии его производства.

Внедрение результатов исследований. На основании полученных научных результатов по проектированию и определению свойств композиций газозолобетона, модифицированных добавлением суперпластификатора «СДж-1» на основе золы ТЭС:

Повышена эффективность производства газозолобетона модифицированного состава с суперпластификатором «СДж-1» и внедрено в практику на ООО «New building-bricks», а также освоено производство газозолобетонных изделий для наружных ограждающих конструкций по энергосберегающей технологии (Справка от ассоциации «O'zsanoatqurilishmateriallari» в 22 апреля 2024 года № 02/15-867). В результате достигнуто снижение водопотребности газозолобетонной смеси марок D500, D600 и D800 на 15-20%.

Производство газозолобетонных изделий для внутренних ограждающих конструкций на основе модифицированной технологии производства газозолобетона нового состава на основе механизма действия эфиров

поликарбонатом внедрено в практику на дочернем предприятии «Zilha temir beton mahsulotlari» (Справка от ассоциации «O‘zsanoatqurilishmateriallari» в 22 апреля 2024 года № 02/15-867). В результате достигнуто снижение расхода цемента газозолобетонной смеси марок D500, D600 и D800 на 10-15% сохраняя прочности продукта.

В качестве энергосберегающего метода получения модифицированного газозолобетона с новым составом разработана технология без шаровых мельниц, производство газозолобетона на основе этой технологии внедрено в практику на дочернем предприятии «Zilha temir beton mahsulotlari» и ООО «New building-bricks» (Справка от ассоциации «O‘zsanoatqurilishmateriallari» в 22 апреля 2024 года № 02/15-867). В результате удалось получить газозолобетоны марок D500, D600 и D800 с использованием активной золы фракции до 0,15 мм с наименьшими расходами цемента.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований по теме диссертации обсуждались на 6 международных и 4 Республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 1 монография, 1 статья в базе данных Scopus, 9 статей в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), в том числе 2 статьи в зарубежных журналах. Кроме того, получены 2 свидетельства о праве собственности на программное обеспечение для ЭВМ от Агентства интеллектуальной собственности.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, четырех глав, заключений, перечня использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи исследования, определены объект и предмет исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их научная и практическая значимость, приведены сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов опубликованных работ, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации “**Анализ исследований по производству ячеистого бетона и постановка вопроса**” представлен анализ результатов исследований современного состояния научной проблемы, представленных в научных статьях и разработках, опубликованных зарубежными и отечественными учеными. Описаны типы и актуальные проблемы производства пористых бетонов, традиционная технология производства,

анализ исследований по использованию техногенных отходов при производстве газозолобетона, анализ научных исследований по созданию и применению химических добавок, а также описаны проблемы перспективы производства энергоэффективных и ресурсосберегающих блоков из ячеистого газозолобетона, а также сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи.

Во второй главе диссертации озаглавленной **“Свойства используемых материалов и методы исследования”** представлены сведения о свойствах применяемых материалов, методы исследования физико-механических и физико-химических свойств, методы математического моделирования расчетов для определению взаимосвязей компонентов в модифицированном газозолобетоне с химической добавкой. В научно-исследовательской работе использованы цементы марок СЕМ I 42,5Н и СЕМ II/АК (Z-I) 42,5 Н производства АО “Ахангаранцемент”, зола-уноса (0,15 мм) и золошлак АО «Ангренская ТЭС», газообразователи-алюминиевая пудра, гидроксид натрия и были использованы суперпластификаторы. В этой главе приводятся данные об основных свойствах компонентов, определенных в соответствии с международными стандартами.

Основная часть экспериментальных работ по определению свойств газозолобетона и его сырья были выполнены в лаборатории кафедры «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Ферганского политехнического института и в лаборатории кафедры «Строительства и экологической инженерии» Ташкентского архитектурно-строительного университета.

В третьей главе диссертации **“Оптимальный состав, физико-механические свойства газозолобетона и их совершенствование химической добавкой” «СДж-1»** определены научные основы совершенствования состава газозолобетона на основе золы-уноса ТЭС с химическими добавками, влияние суперпластификатора «СДж-1» на реологические свойства газобетонной смеси, выбраны составы газозолобетона на основе золы ТЭС с добавлением суперпластификатора «СДж-1», определены взаимосвязь компонентов модифицированного газозолобетона с суперпластификатором «СДж-1» методом экспериментального статистического моделирования и физико-механические свойства модифицированного газозолобетона с суперпластификатором «СДж-1».

Влияние химической добавки суперпластификатора “СДж-1” на реологические свойства газозолобетонной смеси. В исследованиях использовалась химическая добавка-суперпластификатор марки «СДж-1», полученная из местного сырья. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Изучено влияние суперпластификатора «СДж-1» на реологические свойства газозолобетонной смеси. Для экспериментальных работ по определению влияния суперпластификатора «СДж-1» на водонепроницаемость и диспергируемость газозолобетонной смеси была использована вода, нагретая до температуры 40 °С.

Таблица 1.

Влияние суперпластификатора химической добавки «СДж-1» на нормальную вязкость газозолобетонной смеси

№	Количество цемента, %	Количество зола-уноса (до 0,15 мм), %	Количество химической добавки к цементной массе, %	В/Ц	Разброс, см
1	50	50	—	0,60	7
2	50	50	—	0,65	13
3	50	50	—	0,70	18
4	50	50	—	0,75	22
5	50	50	0,8	0,60	9
6	50	50	0,8	0,65	15
7	50	50	0,8	0,70	20
8	50	50	0,8	0,75	24
9	50	50	1,2	0,60	22
10	50	50	1,2	0,65	25
11	50	50	1,2	0,70	29
12	50	50	1,6	0,60	23
13	50	50	1,6	0,65	26
14	50	50	1,6	0,70	30

По результатам эксперимента подвижность газозолобетонной смеси без добавок при соотношении В/Ц 0,75 составила 22 см., а с добавкой 0,8 % при соотношении В/Ц 0,75 составляет 24 см, подвижность газозолобетонной смеси с добавкой 1,2 % – 22 см при соотношении В/Ц 0,60 и с добавкой 1,6 % при соотношении В/Ц 0,60 составляет 23 см. Ориентируясь при этом на количество добавляемых добавок и результатам, можно увидеть, что оптимальное количество добавок в газозолобетонную смесь составляет 1,2 % по отношению к массе цемента. В таблице 1 показана разница в дисперсии смеси при добавлении 0,8 % и отсутствии добавок невелика, результаты при добавлении дополнительных 1,6 % и 1,2 % также показывают, что разница составляет 1 см/с при В/Ц – 0,6.

Влияние золы ТЭС и химической добавки суперпластификатора «СДж-1» на свойства газозолобетона. Экспериментальные исследования направлены на определение оптимального состава для подготовки лабораторных образцов газозолобетона с добавлением суперпластификатора, которые изготовлены на основе золы-уноса. Были изготовлены образцы добавлением суперпластификатора «СДж-1» для определения его влияния на их прочность.

Таблица 2.

Влияние химической добавки «СДж-1» на состав и прочность образцов газозолобетона марки D600

№ п/п	Цемент	Зола-уноса ТЭС (до 0,15 мм)	В/Ц	Алюминиевый порошок по отношению к весу твердого вещества, %	Относительно к массе цемента, %		Прочность газозолобетона на сжатие, МПа		
					СДж-1	NaOH	3 ден	7 ден	28 ден
1	300	300	0,75	0,15	—	0,20	0,81	1,17	2,13
2	300	300	0,75	0,15	0,2	0,20	0,98	1,21	2,35
3	300	300	0,75	0,15	0,4	0,20	0,97	1,23	2,49
4	300	300	0,75	0,15	0,6	0,20	1,22	1,30	3,12
5	300	300	0,70	0,15	0,8	0,15	1,21	1,38	3,39
6	300	300	0,70	0,15	1,0	0,15	1,23	1,33	3,45
7	300	300	0,60	0,10	1,2	0,10	1,43	2,24	3,66
8	300	300	0,60	0,10	1,4	0,10	1,29	2,63	3,60
9	300	300	0,60	0,10	1,6	0,10	1,13	1,77	3,57

Результаты экспериментов по определению состава и физико-механических свойств подготовленных образцов представлены в таблице 2. Испытаниями опытных образцов установлено, что плотность образцов с добавлением 50 % цемента, 50 % золы-уноса в соответствии с проектом $\rho = 588-628 \text{ кг/м}^3$, прочность $R_{\text{сжат}} = 2,13-3,66 \text{ МПа}$. С другой стороны, потребность в воде снизилась по мере увеличения количества суперпластификатора «СДж-1».

Оптимизация состава модифицированного газозолобетона химической добавкой «СДж-1» методом экспериментального статистического моделирования. Математическая модель газозолобетона была подготовлена в виде ортогонального плана с тремя переменными. В результате оптимизации параметров прочность газозолобетона, МПа (Y_1) выбрана. В качестве основных технологических факторов при изготовлении газозолобетона были определены вода твердая соотношения (X_1), количество золы-уноса (0,15 мм) (X_2), и суперпластификатора «СДж-1» (X_3) (в процентном отношении к массе цемента). Ниже в таблице 3 приведены уровни изменения компонентов.

Таблица 3

Пределы изменения факторов при расчете состава газобетона

Факторы	Пределы изменений			Изменение интервал
	+1	0	-1	
Вода твердая соотношения, X_1	0,65	0,6	0,55	0,05
Количество золы-уноса, X_2	0,55	0,50	0,45	0,05
Количество суперпластификатора «СДж-1», % X_3	1,4	1,2	1	0,2

В ходе испытаний были изучены свойства образцов газозолобетона и поставлена задача рассчитать посредством 3 выбранных фактора (коэффициент жесткости воды, В/Ц (X_1); количество золы-уноса в смеси (X_2); суперпластификатор «СДж-1» % (X_3)) показатели прочности.

Математический план учитывает изменение трех факторов на трех уровнях (низком, среднем и высоком), эксперименты проведены на 9 точках уровней факторов. Образцы для испытаний изготавливались в лабораторных условиях в соответствии с действующими международными стандартами размерами 100 x 100 x 100 мм.

$$y = 3,0431 - 0,0511x_1 + 0,0405x_3 - 0,0303x_1x_2 - 0,0386x_2x_3$$

Установлено, что связь между изучаемыми факторами по прочности газозолобетона (R) является линейной. По критерию Стьюдента было подтверждено, что все коэффициенты, выявленные при расчете, значимы, а полученное уравнение подтверждено на адекватность критерию Фишера.

Физико-механические свойства модифицированного композитного газозолобетона с химической добавкой суперпластификатора «СДж-1». Исследовательские работы по определению физико-механических свойств модифицированных с суперпластификатором образцов газозолобетона проводились в лаборатории кафедры «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» Ферганского политехнического института, в лаборатории кафедры «Инженерия строительство и окружающая среда» Ташкентского архитектурно-строительного университета и в лаборатории ООО «Гидропроект». Все проведенные опытно-исследовательские работы выполнены в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов. Результаты экспериментов по определению состава и физико-механических свойств образцов газозолобетона приведены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние на прочность газозолобетона золы-уноса и золошлака ТЭС величиной до 0,30 мм

№	Цемент	Зола-уноса ТЭС (до 0,15 мм)	Золошлак (0,15-0,30 мм)	В/Т	Алюминиевый порошок по отношению к массе твердого вещества, %	Относительно массы цемента, %		R _{сжа} , МПа	ρ, кг/м ³
						СДж-1	NaOH		
1	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	2,43	553
	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	3,10	539
	50	30	20	0,55	0,10	1,2	0,1	2,39	540
2	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,62	623
	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,55	586
	50	40	10	0,55	0,10	1,2	0,1	3,57	607
3	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,64	678
	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,63	681
	50	50	—	0,60	0,10	1,2	0,1	3,69	662
4	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,18	634
	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,49	661
	50	40	10	0,75	0,15	—	0,2	2,35	655

Проведенные опытные работы показали увеличение прочности опытных образцов газозолобетона с добавлением суперпластификатора по сравнению с контрольными образцами без добавления суперпластификатора. Мы видим, что прочность экспериментальных образцов газозолобетона с добавлением суперпластификатора в группе 2 на 31 % выше, чем у контрольных образцов без добавления суперпластификатора в группе 4.

В дополнение к этому было обнаружено, что влияние количества золы на прочность экспериментальных образцов также было значительным, и 10 % количества золы, используемой в качестве наполнителя, снизили водонепроницаемость смесей образцов на 5 % и были приняты в качестве оптимального варианта.

Теплопроводность газозолобетона с добавлением химической добавки суперпластификатора «СДж-1». Определение влияния суперпластификатора «СДж-1» на теплопроводность газозолобетона было проведено с помощью прибора марки «ИТС-1» лаборатории кафедры «Инженерия строительство и окружающая среда» Ташкентского архитектурно-строительного университета и определены коэффициенты теплопроводности (λ). На рисунке 1 приведены результаты испытаний образцов, изготовленных на основе различного сырья марки D600.

Установлено, что теплопроводность газозолобетона с добавлением суперпластификатора «СДж-1», использованной в опытных работах, на 10 % ниже, чем у образца газозолобетона на зольно-цементной основе.

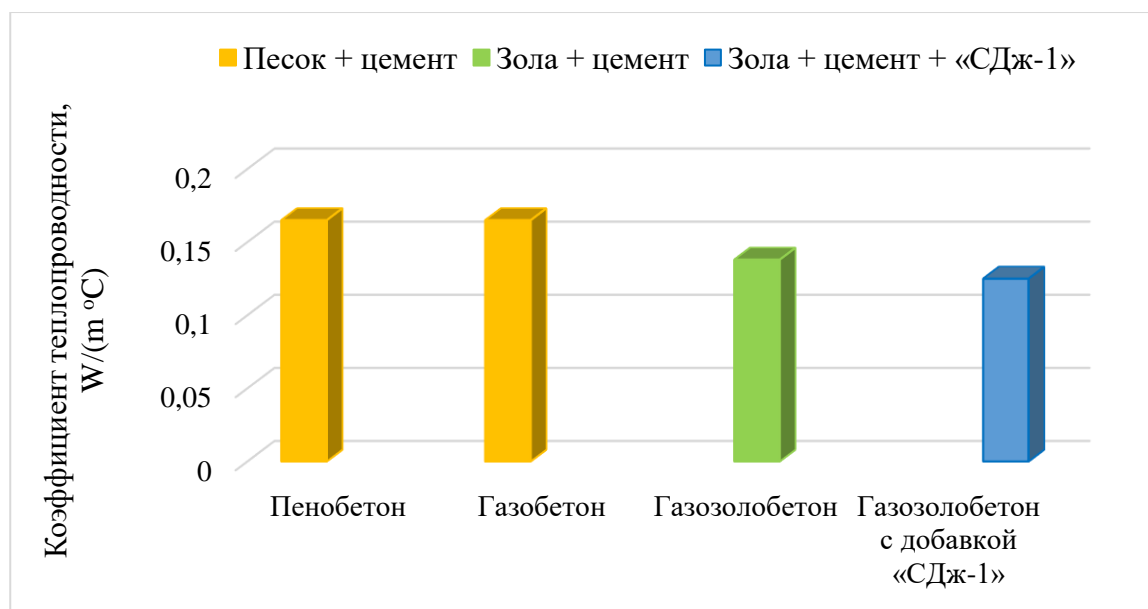


Рисунок 1. Изменение коэффициентов теплопроводности образцов ячеистого бетона в зависимости от вида сырья.

Морозостойкость газозолобетона с добавлением суперпластификаторной химической добавки «СДж-1». Опытные работы проводились в лаборатории строительных материалов ООО «Гидропроект» и в лаборатории «Строительные материалы и изделия» Ферганского

политехнического института. Результаты испытаний образцов пористых бетонов на морозостойкость приведены в таблице 5.

По результатам испытаний образцов ячеистого бетона на морозостойкость после до 33 циклов замораживания и оттаивания было установлено, что образцы ячеистого бетона всех составов хорошо выдерживают испытания. Уменьшение массы и прочности испытанных образцов полностью соответствовало требованиям ГОСТ 25485-2019, а по морозостойкости соответствует марке F35. С другой стороны, наш модифицированный образец газозолобетона прошел испытание на морозостойкость до 39 циклов по сравнению с другими образцами и был признан подходящим для марки F50.

Таблица 5

Результаты испытаний образцов ячеистых бетонов на морозостойкость

№	Тип и сырье ячеистого бетона	Средняя прочность при сжатии, МПа		Потери при замораживании и оттаивании, %		Количество циклов при определении морозостойкости	Марка морозостойкости по ГОСТ 25485-2019
		До испытаний морозостойкости	После испытаний морозостойкости	Масса	Прочность		
1	Пенобетон	2,1	1,94	4,4	7,7	27	F35
2	Газобетон	2,3	2,12	4,2	7,9	29	F35
3	Газозолобетон	2,4	2,25	1,8	6,2	33	F35
4	Газозолобетон с добавкой «СДж-1»	3,7	3,5	1,3	5,4	39	F50

В четвертой главе диссертации озаглавленной “**Анализ основных свойств модифицированного газозолобетона с химической добавкой и технико-экономическая эффективность**” для изучения методами физико-химического анализа таких свойств, как фазовый состав, микроструктуры, гидратации цемента, кристаллизации газозолобетона модифицированного суперпластификатором «СДж-1» были использованы методы по дифференциальному термическому анализу, рентгенофазному анализу, методы инфракрасной спектроскопии и электронной микроскопии. Представлены результаты физико-химических анализов модифицированного газозолобетона (РФА, ДТА-ТГ, ИКС, СЭМ) с химической добавкой суперпластификатора «СДж-1».

Рентгенофазный анализ газозолобетона. Изучено влияние химической добавки «СДж-1» в сочетании с летучей золой на формирование структуры цементного камня.

Для полного анализа результатов этого процесса был проведен рентгенодифракционный анализ экспериментальных образцов газозолобетона с добавлением и без добавления химической добавки «СДж-1» выбранного оптимального состава. Рентгенограммы РФА образцов газозолобетона приведены на рисунке 2.

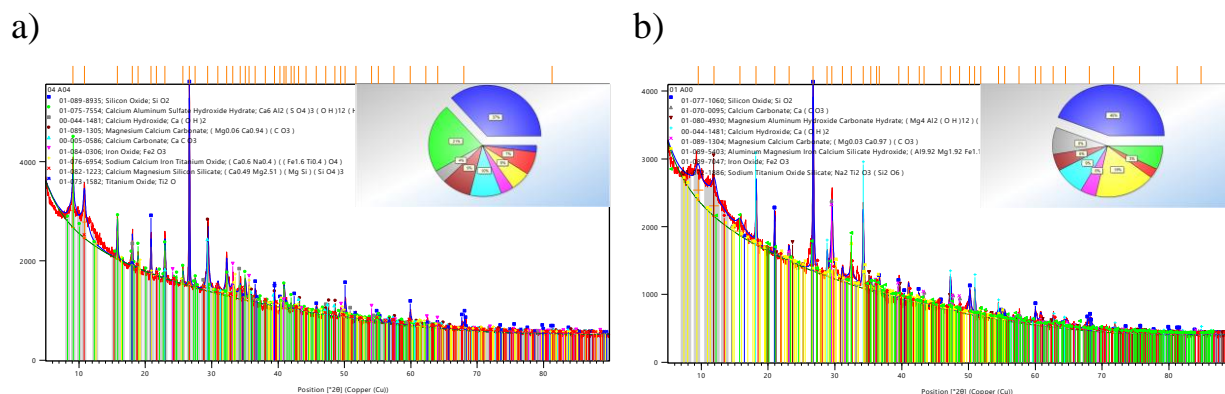


Рисунок 2. Результаты рентгенограммы:

а) рентгенограмма газозолобетона на основе золы Ангреноского ТЭС; **б)** рентгенограмма газозолобетона с 1,2 % добавкой суперпластификатора «СДж-1».

В результате анализа рентгенограммы газозолобетона на основе золы Ангреноского ТЭС (рисунок 2. а) установлено, что расстояния между различными минералами и участками их основных пиковых показателей следующие: Оксид кремния SiO_2 ($d = 4.25798 \text{ \AA}$); Гидроксид сульфата кальция и алюминия $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12}(\text{H}_2\text{O})_{26}$ ($d = 9.72632 \text{ \AA}$); Гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 4.91623 \text{ \AA}$); Карбонат магния и кальция $(\text{Mg}_{0.06}\text{Ca}_{0.94})(\text{CO}_3)$ ($d = 3.03469 \text{ \AA}$); Карбонат кальция CaCO_3 ($d = 2.88734 \text{ \AA}$); Оксид железа Fe_2O_3 ($d = 2.70010 \text{ \AA}$); Оксид кальция, натрия, железа, титана $(\text{Ca}_{0.6}\text{Na}_{0.4})(\text{Fe}_{1.6}\text{Ti}_{0.4})\text{O}_4$ ($d = 8.18365 \text{ \AA}$); Оксид кальция, магния, кремния $(\text{Ca}_{0.49}\text{Mg}_{2.51})(\text{MgSi})(\text{SiO}_4)_3$ ($d = 4.68992 \text{ \AA}$); Оксид титана Ti_2O ($d = 2.55848 \text{ \AA}$).

В результате анализа рентгенограммы газозолобетона на основе золы Ангреноского ТЭС с 1,2 % добавкой суперпластификатора «СДж-1» (рисунок 2. б) установлено, что расстояния между различными минералами и участками их основных пиковых показателей следующие: Оксид кремния SiO_2 ($d = 4.23159 \text{ \AA}$); Карбонат кальция $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ ($d = 2.27549 \text{ \AA}$); Гидрат карбоната гидроксида алюминия-магния $(\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{12})(\text{CO}_3)(\text{H}_2\text{O})_3$ ($d = 3.84245 \text{ \AA}$); Гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 4.87056 \text{ \AA}$); Карбонат магния и кальция $(\text{Mg}_{0.03}\text{Ca}_{0.97})(\text{CO}_3)$ ($d = 3.02010 \text{ \AA}$); Алюминий, магний, железо, кальций, гидроксид кремния $(\text{Al}_{9.92}\text{Mg}_{1.92}\text{Fe}_{1.16})\text{Ca}_{19}(\text{SiO}_4)_{10}(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{OH})_{10}$ ($d = 1.4822 \text{ \AA}$); Оксид железа Fe_2O_3 ($d = 3.09346 \text{ \AA}$); Оксид натрия, титана, диоксид кремния $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_3(\text{Si}_2\text{O}_6)$ ($d = 5.60499 \text{ \AA}$).

Дифференциальный термический анализ проб газозолобетона. Для регистрации фазовых изменений в исследуемых образцах и изучения их

температурных параметров был применен метод динамического термогравиметрического анализа.

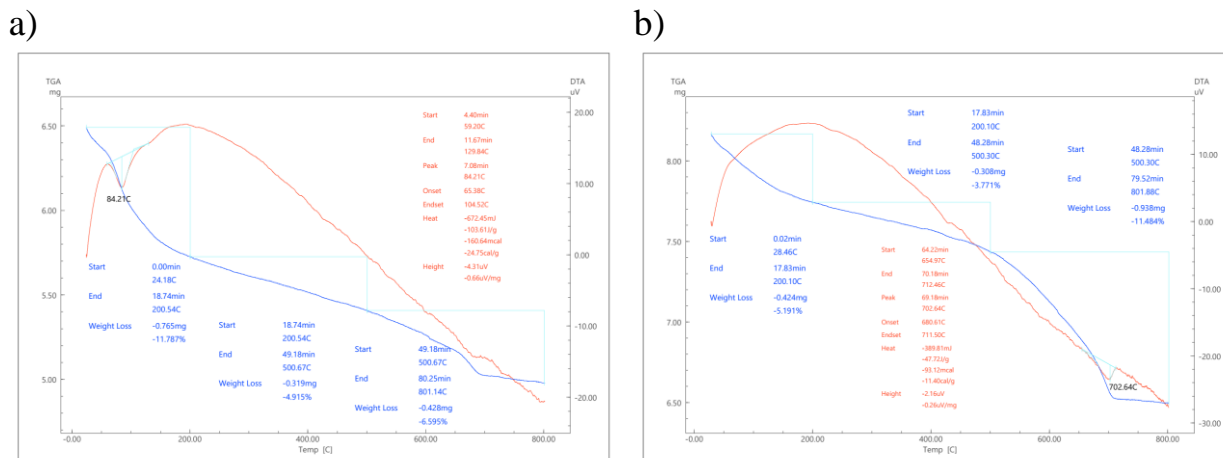


Рисунок 3. Термогравиметрический анализ образцов:

а) термогравиметрический анализ газозолобетона на основе золы Ангреновского ТЭС; б) термогравиметрический анализ газозолобетона с 1,2 % добавкой суперпластификатора «СДж-1».

В исследовательской работе изучались термогравиметрические кривые газозолобетонных образцов без добавок и с применением суперпластификатора «СДж-1». Проведен термогравиметрический анализ пробы газозолобетона на основе золы ангреновской ТЭС без добавления химических добавок (рисунок 3).

Общий анализ термограмм образцов газозолобетона без добавления химических добавок и с добавлением химических добавок на основе золы Ангреновской ТЭС, представленных выше, показал, что общие потери массы в образцах с добавлением химических добавок были ниже, чем в образцах без добавления химических добавок. Общая потеря массы образца газозолобетона на основе золы Ангреновской ТЭС без добавления химических добавок составила 23,297 % (1,512 мг) (рисунок 3, а), в то время как общая потеря массы образца газозолобетона на основе золы Ангреновской ТЭС с 1,2 % добавкой суперпластификатора «СДж-1» составило 20,446 % (1,67 мг) (рисунок 3, б).

При этом было обнаружено, что общая потеря массы образцов под воздействием температуры варьируется на 2,851 %. Это подтвердило улучшение температурных параметров пробы газобетона с добавлением химической добавки.

Инфракрасный спектральный анализ газозолобетона. Основная цель исследований методом ИК-спектра заключалась в сравнении веществ между собой. В исследовательской работе был использован метод инфракрасно-спектроскопического анализа для оценки изменений, произошедших при перекрестном сравнении ИК-спектров образцов газозолобетона без

добавления химических добавок и с добавлением 1,2 % суперпластификаторной химической добавки «СДж-1».

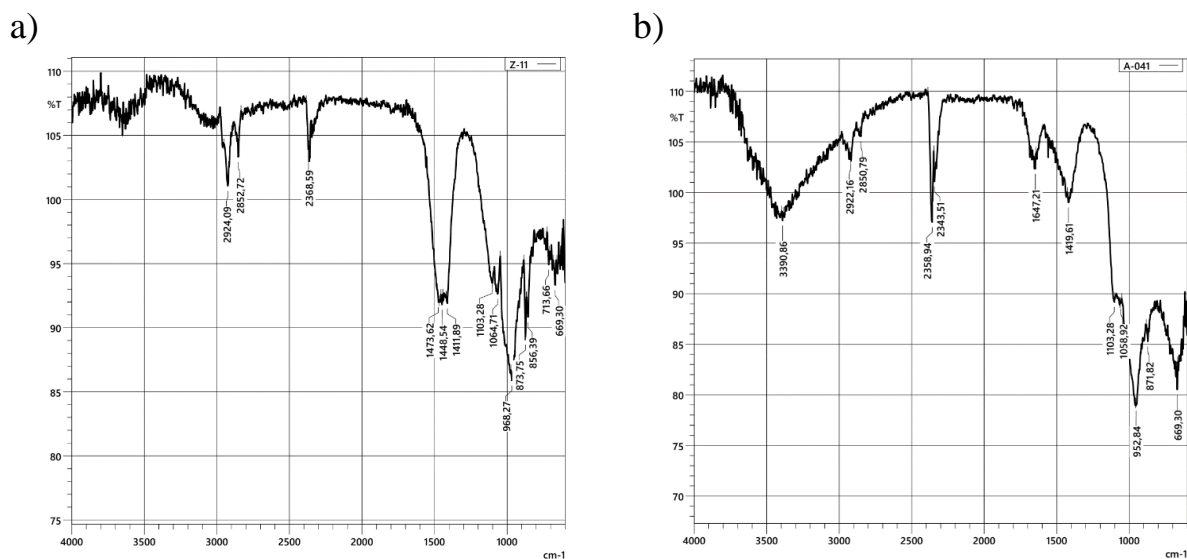


Рисунок 4. Инфракрасно-спектроскопический анализ газозолобетон на основе золы Ангренского ТЭС:

а) ИК-спектр газозолобетона без химических добавок; б) ИК-спектр газозолобетона с 1,2 % добавкой суперпластификатора «СДж-1».

Изображения спектрограммы, полученные в результате испытаний, показаны на рисунках 4. На спектрограмме (рисунок 4, а) отмечены колебания в диапазонах $2852,72 \text{ см}^{-1}$ – $2924,09 \text{ см}^{-1}$ – $2368,59 \text{ см}^{-1}$ кривых образца газозолобетона, изготовленного на основе золы Ангренской ТЭС и не содержащего химической добавки, основные изменения наблюдались именно в этих областях после добавления суперпластификатора «СДж-1».

Сканирующий электронный микроскоп и элементный анализ. Морфология поверхности, микроструктура, фазовый и элементный состав гидратных новообразований образцов газозолобетона, изготовленных на основе золы-уноса Ангренской ТЭС с добавлением суперпластификатора «СДж-1», изучались методом сканирования в электронном микроскопе. Электронные микроскопические изображения образцов газозолобетона представлены на рисунках 5, 6.

На рисунке 5 показаны электронно-микроскопические изображения образца газозолобетона на основе золы Ангренской ТЭС без добавления химических добавок, (рисунок 5, а) если обратить внимание на снимок, то можно увидеть, что на поверхности газозолобетона образовались микротрещины.

Также можно увидеть, что минералы образуют между собой не качественные связи. Дано описание химических элементов, присутствующих в указанном участке, и их количество (рисунок 5, б).

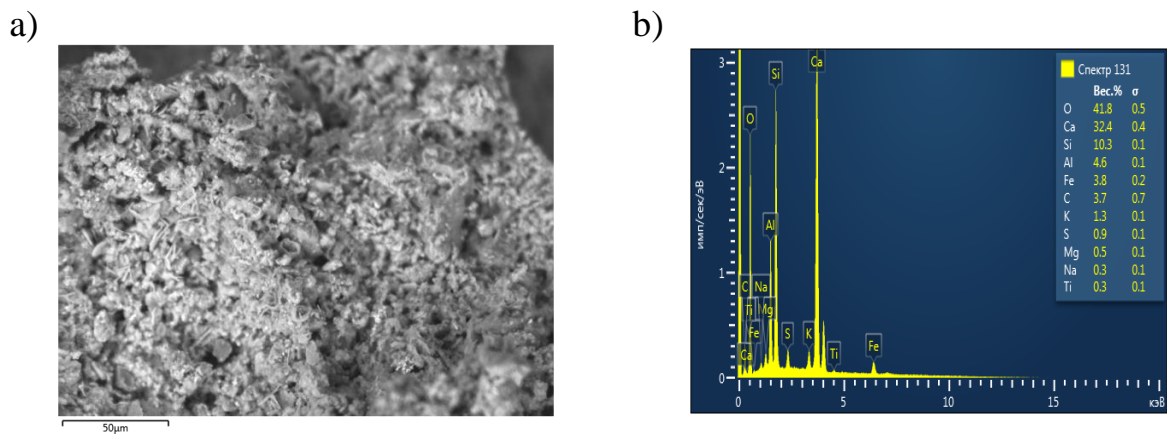


Рисунок 5. Электронно-микроскопические изображения и состав пробы газозобетона на основе золы Ангреной ТЭС без химических добавок.

На рисунке 6 показаны электронно-микроскопические изображения пробы газозобетона на основе золы Ангреной ТЭС с добавлением суперпластификатора «СДж-1» (рисунок 6, а) если обратить внимание, то можно увидеть, что на поверхности газозобетона отсутствуют микротрещины, а поры, образовавшиеся в пробе, относятся к замкнутому типу, также видно, что образованные процессе химической реакции минералы, повышают адгезионные свойства материала, а под действием химических добавок образовались новообразования различной формы. В следующем рисунке (рисунок 6, б) отображены химические элементы, присутствующие в сканируемом поле, и их количество.

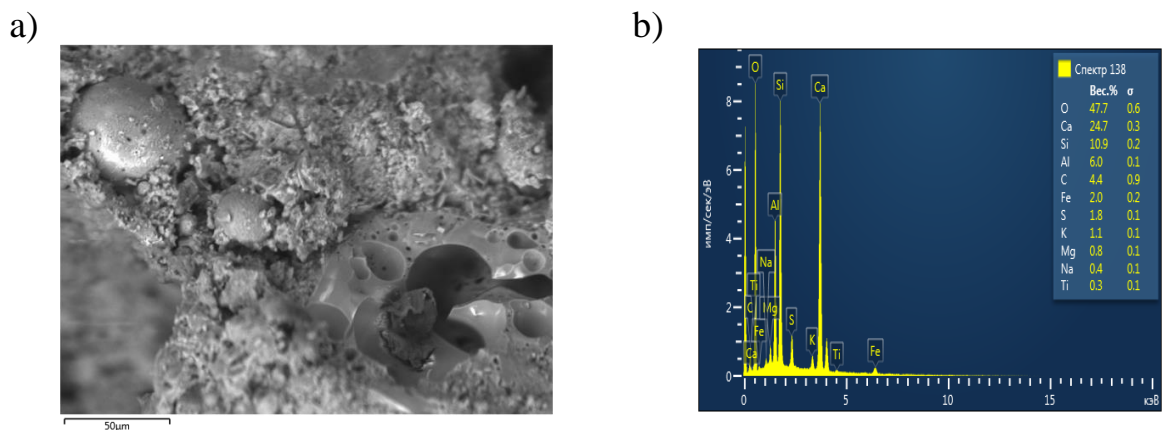


Рисунок 6. Электронно-микроскопические изображения и состав пробы газозобетона на основе золы Ангреной ТЭС с добавлением 1,2 % суперпластификатора «СДж-1».

Внедрение и технико-экономическая эффективность производства модифицированного стенового газозобетона. Внедрение газозобетона с добавлением суперпластификатора «СДж-1». Внедрение газозобетона с добавлением суперпластификаторной химической добавки «СДж-1» в опытное производство осуществлено в ООО «New building-bricks» в г. Коканд Ферганской области, ДП «Zilha temir beton mahsulotlari» в г. Зилха Алтыарикского района Ферганской области. В ООО «New building-bricks» в г. Коканд Ферганской области внедрен в опытно-промышленное производство

газобетонных блоков с добавлением суперпластификаторной химической добавки «СДж-1». В результате проведенных исследований установлено, что использование золы-уноса ТЭС в соотношении 1/1 к массе цемента в качестве наполнителя для газозолобетона является наиболее оптимальным количеством, а количество суперпластификатора «СДж-1» для приготовления данной газозолобетонной смеси является 1,2 % к массе цемента.

Технико-экономическая эффективность газозолобетона модифицированной суперпластификатором «СДж-1». Приготовление улучшенного газозолобетона с суперпластификатором «СДж-1» не только улучшит его физико-механические свойства, но и станет решением таких проблем, как экономия сырья и энергозатрат. В ООО «New building-bricks» в городе Коканд Ферганской области при производстве модифицированных 1 м³ газозолобетонных блоков экономия составила 93 978 сума, то есть до 22 % экономического эффекта.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В результате экспериментальных испытаний установлено, что в качестве заполнителя для приготовления газозолобетонной смеси можно использовать золу-унос ТЭС в количестве, равном массе вяжущего, т. е. в соотношении 1/1. Оптимальный состав газобетонной смеси марки D600: цемент – 300 кг; зола-унос – 300 кг; водоцементное соотношение – 0,6, суперпластификатор «СДж-1» – 1,2 % по отношению к массе цемента.

2. Разработана математическая модель, отражающая влияние используемых компонентов на изменение прочности и средней плотности газозолобетона. Установлено, что связь между изучаемыми факторами по прочности газозолобетона (R) является линейной. Согласно критерию Стьюдента, было подтверждено, что все коэффициенты, выявленные при расчете, являются значимыми, а полученное уравнение подтверждает адекватность критерия Фишера.

3. Применение в газобетонной смеси 1,2 % суперпластификатора «СДж-1», позволяет ускорить процесс твердения и снизить водопотребность на 15-20 %. По результатам испытания и посредством использования метода физико-химического анализа определено положительное влияние суперпластификатора «СДж-1» на газозолобетон.

4. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологии приготовления модифицированного газобетона. Внедрение его в практику осуществлено на ООО «New building-bricks» в городе Коканд Ферганской области и на ДП «Zilha temir beton mahsulotlari» в посёлке Зилха Алтыарикского района Ферганской области. В результате установлено, что при производстве модифицированных газобетонных блоков объемом 1 м³ можно достичь экономии портландцемента до 22 %.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.26/30.12.2019.T.11.01 AWARDING THE
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT UNIVERSITY OF
ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**

FERGHANA POLYTECHNIC INSTITUTE

OTAJONOV OLMOSBEK ASQARALI O'G'LI

**STUDY OF THE OPTIMAL COMPOSITION, PROPERTIES AND
PRODUCTION TECHNOLOGY OF RESOURCE-SAVING WALL
ASHCONCRETE PRODUCTS BASED ON TECHNOGENIC WASTE**

05.09.05 – “Construction materials and products”

ABSTRACT

Of the PhD dissertation technical sciences

Tashkent-2024

The topic of the doctoral dissertation is registered with the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number № B2022.2.PhD/T2959.

The dissertation was completed at the Fergana Polytechnic Institute.

Dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)), on the Web page of the Scientific Council (www.taqu.edu.uz) and on the information and educational portal “ZiyoNet” (www.ziyo.net) are placed.

Scientific supervisor: **Sattorov Zafar Muradovich**
candidate of technical sciences, professor

Official opponents: **Baxodirov Azizbek Abdulazizovich**
doctor of technical sciences, professor

Axmedov Sulton Ilyasovich
candidate of technical sciences, docent

Lead organization: **Tashkent Scientific Research Institute of
Chemical Technology**

Thesis defense will take place on 7 november 2024 at 10⁰⁰ am at the meeting of the Scientific Council DSc.26/30.12.2019.T.11.01 at the Tashkent University of Architecture and Civil Engineering (Address: 100194, Tashkent city, Yunusabad district, st. Yangi shahar, house 9. Tel.: (99855) 508 02 95; fax: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.edu.uz).

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent University of Architecture and Civil Engineering (registration number № 130). (Address: 100194, Tashkent city, Yunusabad district, st. Yangi shahar house 9. Tel.: (99855) 508 02 95; fax: (99855) 508 50 06, e-mail: devon@taqu.edu.uz).

The dissertation abstract has been distributed “____” october 2024 of the year.

(Registration report number “____” october 2024 of the year).

Kh.A. Akramov

Chairman of the scientific council for awarding
academic degrees, Doctor of technical sciences, professor

I.I. Siddiqov

Scientific secretary of the scientific
council for the award of doctoral degrees,
Doctor of technical sciences, docent

B.A. Asqarov

Deputy chairman of the scientific seminar
at Scientific council for awarding academic degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of doctoral dissertation)

The aim of the research is to develop an optimal composition of aerated concrete made from thermal power plant ash, modify it with chemical additives, study its properties and research production technology.

Research objectives:

optimization of the composition of aerated concrete based on thermal power plant ash obtained by adding superplasticizers;

study of the physical, mechanical and thermal conductivity properties of modified aerated concrete;

physical and chemical analysis of the composition of modified aerated concrete;

improvement of the technology for obtaining modified aerated concrete with a superplasticizer and development of recommendations.

The scientific novelty of the research consists of following:

a composition of aerated ash concrete based on 50% cement, 50% fly ash and 1.2% polycarboxylate ether with the additive “SDj-1” with high strength and low thermal conductivity has been developed;

a mathematical model for optimizing the composition when determining the change in the strength indicators of aerated ash concrete based on the mass of cement, ash and superplasticizer has been improved;

the water demand of the aerated ash concrete mixture modified with the superplasticizer “SDj-1” has been reduced, the mechanism of the positive effect of polycarboxylate ethers on the minerals of cement C_3S , C_2S , C_3A and C_4AF during the formation of a strong structure has been identified;

an energy-saving technology without a ball mill with increased productivity has been developed for the production of aerated ash concrete using active fly ash, accelerating the hardening process with the superplasticizer “SDj-1” based on polycarboxylate ethers.

Approbation of research results. The results of the research on the topic of the dissertation were discussed at 6 international and 4 Republican conferences.

Publication of research results. In total, 11 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including 1 monograph, 1 article in the Scopus database, 9 articles in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of PhD dissertations, including 2 articles in foreign journals. In addition, 2 certificates of ownership of computer software were received from the Intellectual Property Agency.

Structure and Scope of the dissertation. The dissertation content consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and appendices. The dissertation volume is 116 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I bo'lim (I часть, I part)

1. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Texnogen chiqindilar asosida resurs tejankor devorbop serg'ovak beton buyumlar. // Monografiya. ISBN 978-9910-9152-0-8. Toshkent: Umid design, 2024. – 216 b.

2. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Issiqlik elektr stansiyalari uchuvchi kullarini o'ziga xos xususiyatlarini tahlili va ularni qo'llanilish sohalari. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.24, Maxsus son №1, Farg'ona, 2021 y. 72–79 b. (05.00.00; №20).

3. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Qurilish materiallari sanoatida issiqlik izolyasiyalovchi g'ovak tuzilmali beton bloklarni ishlab chiqarishda issiqlik elektr stansiyasining kullarini qayta ishlash istiqbollari. // Ilmiy–amaliy jurnal “Arxitektura Qurilish Dizayn”. // №4 2021, Toshkent, 2021 y. 68–77 b. (05.00.00; №4).

4. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Serg'ovak betonlar suv shimuvchanligining qiyosiy tahlillari. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.26, Maxsus son №14, Farg'ona, 2022 y. 150–153 b. (05.00.00; №20).

5. Otajonov O., Sattorov Z. Strength characteristics of aerated concrete with fly ash filler from Angren Thermal Power Plant //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 365. – S. 02022. Scopuz; №3 (05.00.00; №20).

6. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Influence of the ash of “angren” thermal power plants and superplasticizer on the properties of aerated concrete. // Ilmiy–amaliy jurnal “Arxitektura Qurilish Dizayn”. // №3/2023, – Toshkent, 2023 y. 146–149 b. (05.00.00; №4).

7. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Influence of ash of the angren TPP and the chemical additive superplasticizer “sdj-1” on the thermal conduction properties of aerated concrete. // Ilmiy–amaliy jurnal “Arxitektura Qurilish Dizayn”. // №3/2023, Toshkent, 2023 y. 149–153 b. (05.00.00; №4).

8. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Texnogen chiqindilar va issiqlik elektr stansiyasi kullarining gazbeton xossalariga ta'siri asosida ishlab chiqarish. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.27, Maxsus son №20, Farg'ona, 2023 y. 54–60 b. (05.00.00; №20).

9. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Kimyoviy qo'shimcha “sdj-1” qo'shilgan gazkulbetonning tuzilmasi, suv shimuvchanlik va sovuqqa chidamlilik xossalarining tajriba-sinov natijalari. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.27, Maxsus son №20, Farg'ona, 2023 y. 66–72 b. (05.00.00; №20).

10. Нигматов У.Ж., Отажонов О.А. Влияние золы тэц «ангрен» и химической добавки суперпластификатора на теплопроводные свойства газобетона. // Экономика и социум. – 2023. – №. 12 (115)-2. – С. 914-918. (11.00.00 №11)

11. Нигматов У.Ж., Отажонов О.А. Зарубежный опыт утилизации продуктов сжигания твердого топлива угольных тэс. // Экономика и социум. – 2023. – №. 12 (115)-2. – С. 1240-1244. (11.00.00 №11)

12. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Tajribaviy statistik modellashtirish usulida kimyoviy qo‘shimcha bilan modifikatsiyalangan gazkulbeton komponentlari bog‘liqligini matematik modeli. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.28, Maxsus son №15, Farg‘ona, 2024 y. 30–34 b. (05.00.00; №20).

13. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Kimyoviy qo‘shimcha qo‘shilgan gazkulbetonning texnik-iqtisodiy samaradorligi. // FarPI Ilmiy-texnika jurnali. // T.28, Maxsus son №15, Farg‘ona, 2024 y. 43–48 b. (05.00.00; №20).

II bo‘lim (II часть, II part)

14. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Beton ishlab chiqarishda IES kultoshqol chiqindilaridan foydalanish. // Zamonaviy bino inshootlarni va ularning konstruksiyalarini loyihalash, barpo etish, rekonstruksiya va modernizatsiya qilishning dolzarb muammolari. Respublika onlayn ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. // – Farg‘ona, FarPI, 21-22 aprel 2021 y. – 218–219 b.

15. Сатторов З.М., Отажонов О.А., Нигматов У.Ж. Зарубежный опыт утилизации продуктов сжигания твердого топлива угольных ТЭС. // Одаренные студенты, магистранты, докторанты и соискателей: сборник материалов научно-практической конференции. // – Фергана, ФерПИ, 21-22 июнь 2021 г. – 516–518 с.

16. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Qurilish materiallari sanoatida foydalaniladigan issiqlik elektr stansiyasi kullari. // Uchinchi Renessansda ilmiy-amaliy tadqiqotlarning dolzarb muammolari mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy onlayn konferensiyasi materiallari. // – Farg‘ona, FarPI, 26 dekabr 2022 y.

17. Сатторов З.М., Отажанов О.А. Влияние техногенных отходов на характеристики и долговечности бетона. // “Проблемы актуальности научно-практической исследование в третьем Ренессансе” сборник материалов республиканской научно-практической онлайн конференции. // – Фергана, ФерПИ, 26 декабря 2022 г. – 24–27 с.

18. Сатторов З.М., Отажонов О.А. Влияние золы на характеристики и долговечность бетона. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности [Электронный ресурс]: материалы IX Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18-23 апреля 2022 г. / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т; под ред. Н. Ю. Ермиловой, И. Е. Степановой. — Волгоград: ВолгГТУ, 2022. – 190–194 с.

19. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Serg‘ovak betonlarning turlari va ularni ishlab chiqarishning dolzarbligi. // Arxitektura: meros va zamonaviylik. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. // – Toshkent. TAQI, 4-5 noyabr 2022 y. 347–350 b.

20. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Serg‘ovak beton tarkibini hisoblashning mavjud usullari va muammolari. // Qurilishda innovatsiyalar, binolar va inshootlarning seysmik xavfsizligi. Xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari to‘plami. // – Namangan. NamMQI, 15-17 dekabr 2022 y. 234–236 b.

21. Сатторов З.М., Мирзаев Б.К., Отажанов О.А. Неавтоклавный газобетон как перспективный вариант использования золы угольных ТЭС. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы X Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 24-29 апреля 2023 г. // Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, И.Е. Степановой; Волгоград [Электронный ресурс] / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (12,9 Мбайт). — Волгоград: ВолгГТУ, 2023. — 265–267 с. Режимдоступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

22. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Issiqlik elektr stansiyasi kullari asosidagi avtoklavlanmaydigan gazkulbeton qorishmasining reologik xossalari SDJ-1 superplastifikator kimyoviy qo‘shimchasining ta‘siri. // “Bino va inshootlarning seysmik xavfsizligi” mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjuman to‘plami. — Toshkent. TAQU, 25-27 oktyabr 2023 y. — 190–193 b.

23. Сатторов З.М., Мирзаев Б.К., Отажанов О.А. Летучая зола как полезное техногенное сырье для получения строительных материалов. // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 22-27 апреля 2024 г. Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, Е.А. Калюжиной. — Волгоград : ВолгГТУ, 2024. — 254–257 с.

24. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Kulgazbeton tayyorlash uchun alyuminiy kukuni faolligini aniqlash. O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi, 14.04.2023. № DGU 24148.

25. Sattorov Z.M., Otajonov O.A. Kimyoviy qo‘shimchalar bilan modifikatsiya qilinadigan gazkulbeton tarkibini hisoblash. O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi, 14.04.2023. № DGU 24148.

Avtoreferat “Arxitektura. Qurilish. Dizayn.” Ilmiy-amaliy jurnal
tahririyatidan o‘tkazildi va mosligi tekshirildi.
(11.10.2024 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 17.10.2024-yil.
Bichimi 60x84 ^{1/16}, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2.8. Adadi: 100. Buyurtma: № 114.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reyestr № 219951
«PUBLISHING HIGH FUTURE» OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.