

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.15/31.08.2022.T.73.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

UZAKOV ShERBEK AKBAROVICH

**MAHALLIY MATERIALLAR ASOSIDAGI EKSPLOATATSION
XOSSALARI YAXSHILANGAN O‘ZI ZICHLANUVCHAN
BAZALTOFIBROBETON**

05.09.05 – “Qurilish materiallari va buyumlari”

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA
DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

**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**

Uzakov Sherbek Akbarovich

Mahalliy materiallar asosidagi ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o‘zi
zichlanuvchan bazaltfibrobeton..... 3

Узаков Шербек Акбарович

Самоуплотняющийся базальтофибробетон на основе местных
материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами..... 23

Uzakov Sherbek Akbarovich

Self-compacting basalt fiber concrete based on local materials with improved
performance properties..... 45

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 49

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.15/31.08.2022.T.73.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

UZAKOV ShERBEK AKBAROVICH

**MAHALLIY MATERIALLAR ASOSIDAGI EKSPLUATATSION
XOSSALARI YAXSHILANGAN O‘ZI ZICHLANUVCHAN
BAZALTOFIBROBETON**

05.09.05 – “Qurilish materiallari va buyumlari”

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA
DOK TORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya Komissiyasida B2025.4.PhD/T6075 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tstu.uz) va «ZiyoNet» axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Maxamataliyev Irkin Muminovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Hasanov Baxridin Bararovich
Texnika fanlari doktori, professor
Kasimov Ibrohim Irkinovich
Texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Qoraqalpoq davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/31.08.2022.T.73.04 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil «14» yanvarda soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar-1, tel: (+99871) 299-00-01, 299-02-43, faks: 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 304 raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100067, Toshkent sh., Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1-uy. Tel.: (+99871) 299-05-66.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «30» dekabr kuni tarqatildi.
(2025 yil «30» dekabrda 27- raqamli reyestr bayonnomasi).

A.I. Adilxodjayev

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

U.Z. Shermuxamedov

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

A.A. Ishanxodjayev

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda ishlab chiqarilishining hajmi, ko‘lami va qurilish-texnik xususiyatlariga ko‘ra beton va temirbeton qurilish ishlab chiqarishi uchun mo‘ljallangan materiallarining ichida eng ommabop material sifatida tan olingan. Hozirgi kunda Yaponiya, AQSh, Rossiya, Turkiya, Kanada, Xitoy, Janubiy Koreya va boshqa rivojlangan mamlakatlarning zamonaviy qurilishida bino va inshootlarning yaxlit quyma usulda barpo qilinishi tobora keng ko‘lamda rivojlanib borishi sharoitlarida o‘zining yuqori samaradorligi bilan ajralib turuvchi o‘zi zichlanuvchi betonlarga bo‘lgan talab ham tobora ortib bormoqda. Shu jihatdan olganda, yangi avlod betonlari turkumiga kiruvchi texnologik xossalari yuqori bo‘lgan o‘zi zichlanuvchi betonlarning ekspluatatsion xossalarini ham oshirishga qaratilgan ilmiy izlanishlarga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda qurilish amaliyotida so‘nggi yillarda turli fibrotolalar bilan dispers armaturalangan betonlar – o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlar texnologiyalarini rivojlantirishga va ushbu “kelajak betoni” asosidagi kam energiya va resurs talab etuvchi qurilish konstruksiyalarini ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, qurilish sohasidagi maxsulotlarning sifatini oshirishga va tannarxini arzonlashtirishga bo‘lgan bunday innovatsion yondashuv iqtisodiy samaradorlik, tabiiy va energiya resurslaridan oqilona foydalanish hamda ekologik xavfsizlikni ta‘minlash kabi o‘ta dolzarb muammolarni hal qilishga xam katta imkoniyatlar yaratadi, shu sababli dunyoning yetakchi ilmiy markazlarida kompozitsion sementli bog‘lovchilarni qo‘llash, tarkibiga struktura hosil qiluvchi kimyoviy va mineral qo‘shimchalarni kiritish yo‘li bilan turli fibrotolalar bilan dispers armaturalangan fibrobetonlarning fizik-mexanikaviy va ekspluatatsion xossalarini yanada yaxshilashga qaratilgan ilmiy tadqiqotlarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda qurilish sohasini modernizatsiyalash ham jadal sur‘atlar bilan rivojlanayapdi, qurilish sohasida yaxlit quyma bino va inshootlarni barpo qilishda yuqori samarali bo‘lgan o‘zi zichlanuvchi betonlardan keng ko‘lamda foydalanishga qaratilgan ilmiy ishlanmalarni yaratish bo‘yicha yetakchi ilmiy tadqiqot va oliy ta‘lim muassalarining olimlari tomanidan nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu tadqiqotlar mahalliy xom ashyo va materiallarga asoslangan o‘zi zichlanuvchi betonlarning samarali tarkibi va texnologiyalarini yaratish asosida yaxlit qurilish konstruksiyalarining sifat ko‘rsatkichlarini oshirish, tannarxini arzonlashtirish, shuningdek mustahkamlikka oid va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash imkoniyatlarini bermoqda. Shu bilan birga innovatsion qurilish materiali hisoblangan o‘zi zichlanuvchi beton va uning asosida olinuvchi yaxlit qurilish konstruksiyalarning iqtisodiy samaradorligi, ekspluatatsion ishonchliligini va seysmik bardoshliligini oshirishga qaratilgan kompleks tadqiqotlar keng miqyosda davom ettirilmoqda.¹“Yangi O‘zbekistonni 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasi”da “...“Yashil iqtisodiyot” texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish orqali 2026-yilga qadar iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish va havoga chiqariladigan

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

zararli gazlar hajmini 20 foizga qisqartirish choralari ko‘rilsin...” bo‘yicha vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda O‘zbekiston Respublikasi hududida ishlab chiqarilishi yo‘lga qo‘yilgan bazaltli fibrotolalardan foydalangan holda modifikatsiyalangan fibrobetaonlar tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy ishlarni faollashtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi, bunday innovatsion kompozitsion materiallarning fizik-mexanik va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada oshirishga ularning yangi texnologiyalarini ishlab chiqish va mavjudlarini yanada takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Ushbu dissertatsiya tadqiqoti yuqorida keltirib o‘tilgan vazifalarni, hamda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 20 fevraldagi PQ-4198-son “Qurilish materiallari sanoatini tubdan takomillashtirish va kompleks rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarorlari hamda 2020-yil-27 noyabrdagi PF-6119-sonli “O‘zbekiston Respublikasi qurilish tarmog‘ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025-yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi farmonlarida nazarda tutilgan va qurilish sanoatining rivojlanishi bilan bog‘liq boshqa vazifalarni amalga oshirishga 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‘nalishlari doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Yangi avlod betaonlari, shular jumlasidan o‘zi zichlanuvchi betaonlar, turli fibrotolalar bilan dispers armaturalangan fibrobetaonlar texnologiyasining nazariy asoslarini yaratish, ularni ishlab chiqish va takomillashtirishga qaratilgan keng qamrovli kompleks ilmiy tadqiqotlarni olib borish bilan turli yillarda quyidagi taniqli xorijiy olimlar shug‘ullanishgan: H. Okamura, M. Ouchi, K. Mayekawa, K.Ozawa, M. Hayakawa, G.De Schutter, P.M. Bartos, P. Domone, J.Gibbs, K.H. Hayat, Yu.M. Bajenov, V.V.Babkov, O.Ya.Berg, P.G. Komoxov, I.A. Ribev, B.V. Gusev, N.B. Urev, S.M. Mchedlov-Petrosyan, V.G. Batrakov, G.P. Berdichevskiy, V.M. Bondarenko, I.V.Volkov, A.A. Gvozdev, Yu.V. Zaysev, L.G. Kurbatov, B.A. Krilov, I.A. Lobanov, K.V., Mixaylov, R.L. Mailyan, L.R. Mailyan, R.A. Malinina, Yu.V. Puxarenko, F.N. Rabinovich, B.G. Skramtayev, K.V.Talantova, T.K. Xaydukov, M.M. Xolmyanskiy, V.P. Xarchevnikov, F.P. Yankelevich, Ye.M.Chernishev, Virovoy, A.G. Komar, V.T. Yerofeyev, V.I. Kalashnikov, V.I. Kondrashenko, T.I. Petrova, S.V. Shestoperov, A.Ye. Sheykin, V.B. Ratinov, V.S. Ramachandran, B.R. Falikman, V.M. Kolbasov va boshqalar.

O‘zbekiston Respublikasida turli yillarda kompleks modifikatsiyalangan ko‘p komponentli yuqori sifatli yangi avlod betaonlari texnologiyasini ishlab chiqish va mavjudlarini takomillashtirish masalalarini hal qilish bilan A.I. Odilxo‘jayev, A.A. To‘laganov, E.U. Qosimov, M.K. Taxirov, N.A. Samigov, B.B. Xasanov, K.S. Umarov X.X. Kamilov, N.A. Abbasxonov, X.N. Nuritdinov, A.M. Eminov, U.A. GaziyeV, M.T. Turapov, B.T. Sobirov, S.A. Xodjayev, I.E. Qosimov, I.M. Maxamataliyev, V.M. Soy, S.S.Shaumrov, A.T.Ilyasov kabi yetuk olimlar ilmiy izlanishlar olib borganlar.

Yuqorida keltirib o‘tilgan olimlar tomonidan bajarilgan tadqiqotlarda kompleks modifikatsiyalangan yangi avlod betonlari, xususan o‘zi zichlanuvchi betonlar va turli xil fibrotolalar bilan dispers armaturalangan fibrobetonlarning tarkiblari, struktura hosil qilishining qonuniyatlari, xossalari va texnologiyasi batafsil o‘rganib chiqilgan.

Biroq shu paytga qadar o‘tkazilgan tadqiqotlarda mineral mikroto‘ldirgichlar va kimyoviy qo‘shimchalar bilan kompleks modifikatsiyalangan sementli bog‘lovchi asosidagi, hamda bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan o‘zi zichlanuvchi betonlarning tarkiblari, texnologiyasi ishlab chiqilmagan, ularning komponentlari va xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniqlashga qaratilgan tadqiqotlar yetarlicha chuqur va batafsil o‘tkazilmagan. Bundan tashqari, o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning reologik, mustahkamlikka oid va deformatsion xossalari, zarbga chidamliligi masalalari ham yetarlicha batafsil tadqiqot qilinmagan.

Yuqorida keltirilgan mulohazalarni inobatga olganda, oddiy markali portlandsement asosida olinuvchi tarkibiga mahalliy bazaltli fibrotola, mineral mikroto‘ldirgich va superplastifikator qo‘shilgan texnologik, fizik-mexanikaviy va ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlarning tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqish, hamda struktura xosil qilishining qonuniyatlarini aniqlashga qaratilgan kompleks tadqiqotlarni o‘tkazish o‘ta dolzarb vazifa hisoblanadi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat transport universiteti ilmiy-tadqiqot ishi №ББ-Ф4-04 “Kompozitsion materiallarning polistrukturali nazariyasi asosida ko‘p komponentli yuqori sifatli betonlar tarkibini optimallashtirish va xossalari bashorat qilish” (2018-2020) mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Mahalliy materiallar asosida ekspluatatsion xossalari yaxshilangan kompozitsion sementli bog‘lovchili o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlarning tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

o‘zi zichlanuvchan betonlardan qurilish amaliyotida foydalanishning zamonaviy holatini o‘rganish va tahlil qilish, hamda bunday betonlar texnologiyasida mavjud bo‘lgan muammolarni aniqlash;

boshlang‘ich materiallarning sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash va tadqiqot usullarni tanlash;

kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonni mikrostruktura darajasida tadqiqot qilish;

kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonni makrostruktura darajasida tadqiqot qilish va uning optimallashtirilgan tarkibini ishlab chiqish;

kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonning texnologiyasini ishlab chiqish va bunday betonning ishlab chiqilgan yangi tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqarishga joriy qilish;

ishlab chiqilgan kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobeton tarkibini amaliyotda qo‘llashning texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlash va undan qurilishda foydalanishning istiqbolli sohalarini belgilash.

Tadqiqotning obyekti sifatida kompozitsion sementli bog‘lovchi asosidagi bazaltli fibratola bilan dispers armaturalangan o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobeton qabul qilingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida kompozitsion sementli bog‘lovchi asosidagi bazaltli fibratola bilan dispers armaturalangan o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonning struktura hosil qilishi qonuniyatlari, tarkibi, xossalari hamda texnologiyasi qabul qilingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlarda fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari, sementli betonning xossalarini o‘rganish va sifat ko‘rsatkichlarini aniqlashning standartlashtirilgan usullari, shuningdek sementli betonlar tarkiblari va texnologik jarayonlari ko‘rsatkichlarini optimallashtirishda eksperimentlarni matematik rejalashtirish usuli, eksperimental tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish va qayta ishlashning statistik usullaridan foydalanildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor mahalliy materiallardan foydalanib olinuvchi fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalari ko‘rsatkichlarining yuqoriligi bilan tavsiflanuvchi kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonning tarkibi va texnologiyasi ishlab chiqilgan. (№ UZ IAP 20250063);

sementli bog‘lovchining gidratatsiyasi jarayonida hosil bo‘luvchi gidratli ohakning bazaltli fibrotola mustahkamligiga salbiy ta‘sirini bartaraf qilish uchun fibrobetonning tarkibiga kimyoviy faolligi yuqori bo‘lgan maydalangan seolitli tog‘ jinsi va kvars qumini kiritish yo‘li bilan amalga oshirish mumkinligi isbotlangan;

kompozitsion bog‘lovchi komponentlari optimal miqdorilari va dispersligining modifikatsiyalangan sement toshi struktura hosil qilishi jarayonlari va xossalari bilan o‘zaro bog‘liqligining qonuniyatlari isbotlangan;

fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalarining yaxshilanishini ta‘minlovchi bazaltli fibratola bilan dispers armaturalangan o‘zi zichlanuvchi fibrobetonning tarkibiga kompozitsion bog‘lovchining komponentlari sifatida kiritiluvchi modifikatsiyalovchi qo‘shimchalar miqdorlarining optimal qiymatlari matematik modellar asosida aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

oddiy markali SEM 32,5 (M400) portlandsementi asosidagi bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkiblari ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton tarkibi va texnologiyasining tajribaviy ishlab chiqarishga joriy qilinishi undan ishlab chiqarilgan CM10-35-1T3 turkumli burg‘ulab-qoqish qoziqoyoqlarining yuqori darajada texnik va iqtisodiy samaradorlikka ega bo‘lishini ko‘rsatib berilgan;

«NO‘KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI» MCHJ korxonasi qo‘llash uchun “O‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton ishlab chiqarishning texnologik reglamenti” ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan yangi tarkibdagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetondan sanoat qurilishida samarali konstruksiyalarni, xususan uch qatlamli devor panelini ishlab chiqarishda qo'llash mumkinligi ko'rsatib berilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tadqiqotlar fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari va fizik-mexanik sinovlar, eksperimentlarni matematik rejalashtirish vositalari va usullari, eksperiment natijasida olingan xulosalarning nazariy qonuniyatlarga muvofiqligi, shuningdek, ishlab chiqarish sharoitida aprotatsiyasidan muvaffaqiyatli o'tkazilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati siqilishga va egilishga mustahkamligi hamda ekspluatatsion xossalari ko'rsatkichlarining yuqoriligi bilan ajralib turuvchi kompozitsion bog'lovchi asosidagi bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkibi va texnologiyasining ishlab chiqilganligi, sementli bog'lovchining gidratatsiyasi jarayonida xosil bo'luvchi gidratli ohakning bazaltli fibrotola mustahkamligiga salbiy ta'sirini bartaraf qilish uchun tarkibga kimyoviy faolligi yuqori bo'lgan mikroto'ldirgich xisoblangan maydalangan seolitli tog' jinsi va kvarts qumini kiritish yo'li bilan amalga oshirish mumkinligining aniqlanganligi, o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkibiga kiritiluvchi fibratolaning kompozitning hajmi bo'yicha bir tekis taqsimlanishini ta'minlab beruvchi texnologik sxemasi ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati oddiy markali SEM 32,5 (M400) portlandsementi asosidagi bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkiblari ishlab chiqilganligi, hamda ishlab chiqilgan o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkibi va texnologiyasining tajribaviy ishlab chiqarishga joriy qilinishida undan olingan CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab-qoqish qoziqoyoqlarining yuqori darajada texnik va iqtisodiy samaradorligining ko'rsatib berilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi: Mahalliy materiallar asosidagi ekspluatatsion xossalarga yaxshilangan o'zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonning tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha bajarilgan ilmiy tadqiqotlarning natijalari asosida:

Yangi avlod betonidan CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab-qoqish qoziqlarining 200 donadan iborat tajribaviy partiyasi «NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI» MCHJ korxonasiining temirbeton zavodida ishlab chiqarishga joriy qilindi. ("O'zsanoatqurilishmateriallari" uyushmasining 2025-yil 6-oktabrdagi № 02/15-3261-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, amalda ishlab chiqariluvchi temirbetonli CM10-35-1T3 turkumli qoziqning tannarxini 15,3 % ga arzonlashtirilishga erishildi. Ishlanmani amaliyotga joriy qilish natijasida olingan iqtisodiy samaradorlik 1m³ CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab qoqish qozig'i uchun 703 741 so'mni tashkil qildi.

O'zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton asosidagi yangi avlod betonidan CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab-qoqish qoziqlari «NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI» MCHJ korxonasiining temirbeton zavodida ishlab chiqarishga joriy qilindi. ("O'zsanoatqurilishmateriallari" uyushmasining 2025-yil 6-oktabrdagi № 02/15-3261-

sonli ma'lumotnomasi). Natijada kompozitsion bog'lovchili o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton asosida ishlab chiqarilgan, 200 dona CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab-qoqish qoziqlaridan olingan iqtisodiy samara 180,75 mln.so'mni tashkil qildi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiyaning asosiy natijalari 3 ta xalqaro va 4 ta respublika miqyosidagi ilmiy-texnik va ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 17 ta ilmiy ish, ulardan 8 tasi xorijiy va mapaliy jurnallarda, shu jumladan 3 tasi SCOPUS bazasida, 5 tasi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan ilmiy jurnallarida chop etilgan. Bundan tashqari, O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi tomonidan 1 ta foydali model uchun patent va kompyuter dasturlari uchun 1 ta guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, besh bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat bo'lib, dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tanlangan mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obykti va predmeti tavsiflangan, O'zbekiston Respublikasining fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotlarning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, shuningdek, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinganligi, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Qurilish amaliyotida o'zi zichlanuvchi betonlardan foydalanishning zamonaviy holati**" nomli birinchi bobida hozirgi kunda yangi avlod betonlari hisoblanuvchi o'zi zichlanuvchi betonlar (O'ZB) va ularning strukturasi, tarkibi va xususiyatlari, ularning struktura hosil qilishidagi qo'shimchalarning ahamiyati, bunday innovatsion betonlardan zamonaviy qurilish ob'ektlarida foydalanishning ilg'or tajribasiga oid mahalliy va xorijiy tadqiqotchilarning nashr qilingan asarlari tahlili natijalari hamda ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlarni olish texnologisini ishlab chiqishda mavjud bo'lgan muammolar aks ettirilgan.

Hozirgi kunga kelib O'ZBlarni tadqiqot qilish va amaliyotga joriy qilish ishlari butun dunyo bo'yicha keng tarqalgan, xususan Yaponiyada va g'arbiy Yevropa mamlakatlarida. Ushbu tadqiqotlarda aniqlanishicha yuqori texnologik O'ZBlarni olish o'zi bilan kontraksion kirishish xisobiga, qotuvchi kompozitning namlikka oid kirishishi miqdorining ehtimoliy ortishi, hamda o'rmalanuvchanlikning ham ortishi xisobiga yoriqlarning erta xosil bo'lishi muammosini keltirib chiqarishi mumkin. Yuqorida keltirilgan ehtimoliy negativ oqibatlar kelib chiqishining oldini olish uchun tarkibga modifikatsiyalovchi qo'shimchalarni qo'shish orqali sistemaning xususiy deformatsiyalarining rivojlanishi ustidan boshqarishni o'rnatish, sement toshining oldindan belgilangan g'ovakligini yo'naltirilgan shakllantirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ko'rish lozim hisoblanadi. Ushbu masalani o'rganishga oldin bajarilgan

ilmiy tadqiqotlarda juda ham kam e'tibor berilgan va shuning uchun uni yechish bo'yicha ilmiy-texnik adabiyotlarda yetarlicha batafsil ma'lumotlar mavjud emas. Ayniqsa himoyalovchi inshootlar uchun eng ahamiyatli bo'lgan zarbga oid qovushqoqlik ko'rsatkichini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar juda ham kam. Ushbu nisbatan kam o'rganilgan masalani yechish bo'yicha olimlar tomonidan keng ko'lamda ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Yuqorida keltirilgan mulohazalarni e'tiborga olib ushbu bobning nihoyasida dissertatsiya ishining asosiy maqsadi belgilab oldindi, ya'ni: oddiy markali SEM 32,5 (M400) portlandsementi asosidagi bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan ekspluatatsion xossalarning ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan kompozitsion sementli bog'lovchi asosidagi dispers armaturalangan o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlarning tarkibi va texnologiyasini ishlab chiqish.

Dissertatsiyaning **“Foydalanilgan materiallar va tadqiqotlar usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida eksperimental tadqiqotlarda ishlatilgan xom ashyo va materiallarning fizikaviy, fizik-mexanik xususiyatlari va kimyoviy tarkiblari keltirilgan hamda kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalarini tadqiqot qilish uslublari batafsil yoritib berilgan. Boshlang'ich xom ashyo, materiallarni va o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonlarning xossalari ko'rsatkichlarini aniqlash uchun ilmiy-asoslangan standartlashtirilgan uslublardan, hamda Toshkent davlat transport universiteti va Toshkent davlatarxitektura-qurilish universiteti ilmiy laboratoriyalarida mavjud bo'lgan zamonaviy va aniqligi yuqori bo'lgan o'lchash asbob-uskunalaridan foydalanilgan. Xususan, sementli bog'lovchi va bazaltfibrosement toshini fizik-kimyoviy usulda tadqiqot qilishda difraktometr ARL Xtra (Shveysariya), derivatograf «Thermoscan-2» (Rossiya), Thermo Scientific firmasining (Ispaniya) Pascal 240 EVO rusumli simobli porizometrdan foydalanilgan.

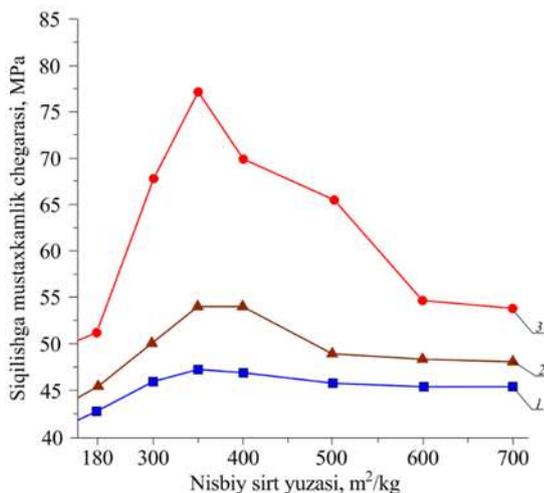
Eksperimental tadqiqotlarda kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni olishda quydagi xom ashyo va materiallar ishlatildi: bog'lovchi sifatida Oxangaron sement zavodining SEM I 32,5 N (M400) markali sementi, mayda to'ldiruvchi sifatida yiriklik moduli $M_{kr}=2,87$ ga teng bo'lgan KDB «Pskent» konining qumi, mineral mikroto'ldirgichlar sifatida mayda tuyilgan Beltau konining seolitli tog' jinsi va Mayskiy konining kvarsli qumi, kimyoviy qo'shimcha sifatida BASF» (Germaniya) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariluvchi MasterGlenium ACE 27 markali polikarboksilatli superplastifikatori, dispers-tolali mikroto'ldiruvchi sifatida diametri 13-17 mkm va uzunligi 6-12 mm bo'lgan QK MCHJ “MEGA INVEST INDUSTRIAL” (Jizzax viloyati) korxonasi bazaltli fibrotalasi ishlatildi.

Dissertatsiyaning **“O'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni mikrostruktura darajasida tadqiqot qilish”** nomli uchinchi bobida kompozitsion sementli bog'lovchining (KB) tarkibi va olish usuli, KB qorishmasi va toshining xossalari, KB tarkibini matematik modellashtirish usuli yordamida optimallashtirish, KB toshi struktura hosil qilishining o'ziga xosligini o'rganish bo'yicha bajarilgan tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Dastlabki eksperimental tadqiqotlarda KBning dastlabki ishchi varianti sifatida qabul qilingan: portlandsement – 60%; seolitli tog' jinsi – 30%; kvarsli qum – 10% tarkibining tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish ustida ilmiy tadqiqotlar olib

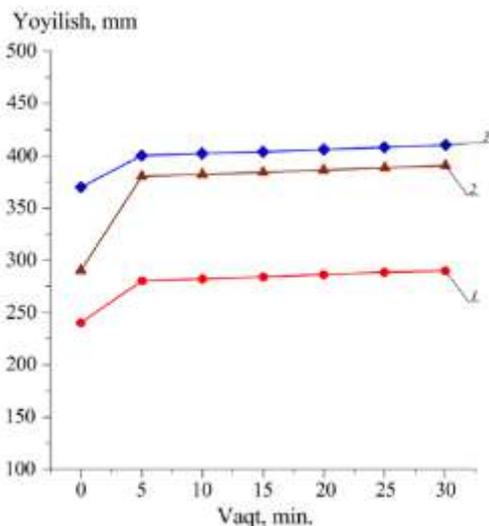
borildi. Ushbu tadqiqotlarning natijalariga ko‘ra kompozitsion bog‘lovchini olish uchun vibratsiyali tegirmondan foydalanishning afzalligi ko‘rsatib berildi va shuning uchun ushbu texnologik jarayonni bajarish uchun IB-4 turkumli tegirmon tavsiya etildi.

KB komponentlarini vibratsion tegirmonda turli disperslikkacha maydalab ularning asosida olingan bog‘lovchining mustahkamlikka oid ko‘rsatkichlari aniqlandi (1-rasm).



1-rasm. Modifikatsiyalangan syement toshining mustahkamligi va bog‘lovchining nisbiy sirti yuzasi o‘rtasidagi grafik bog‘lanish
1,2,3 – mos ravishda 3, 7 va 28 sutkalik muddatlarda

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida siqilishga mustahkamligi bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkichga nisbiy sirtining yuzasi 3500-4000 sm²/g ga bo‘lgan KB erishar ekan. Keyingi tadqiqotlar KB tarkibiga kiruvchi, lekin tarkibga suv bilan birga kiritiluvchi superplastifikatorning turini tanlab olishga bag‘ishlandi. Bu tadqiqotlarda qurilish bozorida nisbatan xaridorgir bo‘lgan quyidagi 3 ta superplastifikator: Master Glenium 27 (Germaniya), Melflux 1641F (Germaniya) va FM1030 (Xitoy) sinab ko‘rildi. Tadqiqotlar natijalari grafik bog‘lanishlar ko‘rinishida 2-rasmda keltirilgan.



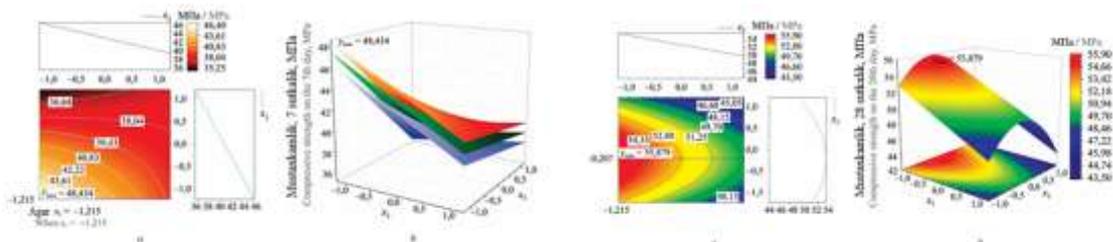
2-rasm. Turli superplastifikatorlar qo‘shilgan sement qarishmasi konusining yoyilishi natijalari
1,2,3 – mos ravishda FM1030, Melflux 1641F va Master Glenium 27 superplastifikatorlari uchun

Tadqiqotlar natijalarining tahlili asosida kelgusida bajariladigan tadqiqotlar uchun sementli sistemalarda nisbatan samaraliroq xisoblangan Master Glenium 27 superplastifikatori tanlab olindi.

Navbatdagi tadqiqotlar portlandsement, seolitli tog' jinsi va kvars qumidan iborat bo'lgan kompozitsion bog'lovchi tarkibini optimallashtirish masalasini hal qilishga qaratildi. O'tkazilgan tadqiqotlarda KB tarkibini sement toshining siqilishga mustahkamligi mezonini bo'yicha optimallashtirish masalasini yechish eksperimentlarni matematik rejalashtirish usulining ikkinchi darajali Boks-Uilson ortogonal markaziy rejalashtirishi uslubini qo'llash yordamida amalga oshirildi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida regressiya tenglamalari ko'rinishidagi quyidagi matematik modellari olindi:

$$Y_1 = 40,57 - 0,84 X_1 + 1,06X_2 - 2,68X_3 - 0,55X_1^2 - 0,49X_2^2 + 0,53 X_3^2 - 0,11X_1X_2 - 2,68X_1X_3 + 0,10X_2X_3 + 1,55 X_1X_2X_3 ;$$

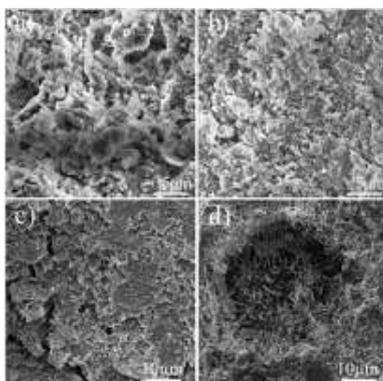
$Y_2 = 52,85 - 0,20 X_1 + 0,55X_2 - 1,26X_3 - 0,64X_1^2 - 1,88X_2^2 - 3,05 X_3^2 - 0,84X_1X_2 - 0,11X_1X_3 + 0,40X_2X_3 + 1,09 X_1X_2X_3$. Bu yerda: Y_1 - sement toshining 7 sutkalik muddatdagi siqilishga mustahkamligi, MPa; Y_2 -sement toshining 28 sutkalik muddatdagi siqilishga mustahkamligi, MPa; X_1 – KB tarkibidagi seolitli tog' jinsining miqdori, % KB mas. nisbatan; X_2 – KB tarkibidagi kvars qumining miqdori, % KB mas. nisbatan; X_3 – KB tarkibiga kirmaydigan SPning miqdori, % KB mas. nisbatan. Regressiya tenglamalarining aks etishga oid sirtlarining tasvirlari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Y_1 va Y_2 regressiya tenglamasining aks etishga oid sirti

KB tarkibini mustahkamlik omili bo'yicha optimallashtirish masalasini matematik modellar asosida yechilganda komponentlarning quyidagi optimal miqdorlari aniqlandi: seolitli tog' jinsi – 28,5%, kvars qumi – 10,6% va SP Master Glenium 27 miqdori – 0,95%. Bunda SP ni tarkibga kiritish KB tarkibida emas unga qo'shiluvchi suv tarkibida amalga oshiriladi.

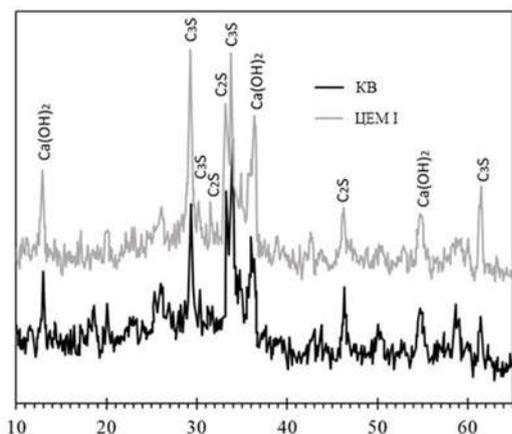
Sement toshi va sementli kompozitlar strukturasi o'rganish uchun bir qator fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalanildi. Mikroskopik tahlil qilish natijalari fototasvirlar ko'rinishida 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Yangi hosilalarning mikrostrukturasi (28 sutkalik): a,s-sof sement toshi; b,d –KB asosidagi sement toshi

Mikrostrukturaviy tahlil natijalari shularni ko'rsatib berdiki, qo'shimchalarsiz sementli bog'lovchidan olingan sement toshining strukturasi bo'sh kristalsizlangan va rentgenoamorf yangi xosilalardan iborat bo'lar ekan (4-rasm,a,s). Bu fonda

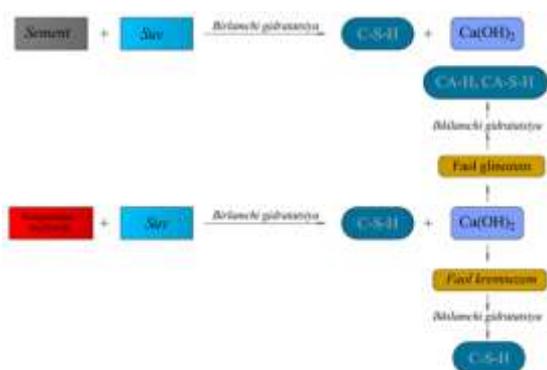
portlanditning geksagonal plastinkalari yaqqol koʻzga tashlanadi. Ishlab chiqilgan tarkibdagi KBdan tayyorlangan toshning strukturasi esa oʻzining ancha zichlanganligi bilan ajralib turadi, bunda ignasimon va plastinkasimon yangi xosilalarning sistemasi (4-rasm, b,d) xosil boʻlganligi yaqqol koʻzga tashlanadi. Bogʻlovchi tarkibiga aynan shu mikrotoʻldirgichlarning kiritilishi orqali bikir matrisaning gʻovakligi kamaytirilgan boshqariluvchi struktura hosil qilishi amalga oshiriladi, bu esa kompozitning yanada mustahkamlanishiga olib keladi. Ishlab chiqilgan sementli-kompozitli toshning rentgenofazali tahlili natijalari 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Sof va KB asosidagi sement toshining difraktogrammalari

Rentgenofazali tahlil natijalari shularni koʻrsatib berdiki, KB asosidagi sement toshida klinkerli minerallarga muvofiq keluvchi choʻqqilar intensivligi, hamda portlanditga muvofiq keluvchi choʻqqi intensivligining pasayib ketishi qayd etiladi. Shuningdek, ikkala tarkib uchun ham qoldiq kvarsning mavjudligi xos boʻlib (deyarli bir hil), xuddi shunday kalsiy gidrosilikatlarining mavjudligi ham xos, biroq ishlab chiqilgan tarkibda CSH(I)ning, nazorat tarkibida esa CSH(II) ning choʻqqilarining mavjudligi xosroq.

Tadqiqotlarda KB tarkibidagi faol kremnezemli va glinozemli qoʻshimcha tomonidan portlandit - Ca(OH)_2 ning ikkilamchi past asosli CSH va CAH larga bogʻlashi koʻrsatib berildi (6-rasm).



6-rasm. Sof sement va KB gidratatsiyasi mexanizmlarining taqqoslanishi

Gidratatsiyaga uchragan KB yangi hosilalarini shartli ravishda ikki xil guruhga ajratish mumkin: birlamchi va ikkilamchi. Birlamchi gidratatsiya maxsulotlarining strukturasi oʻzidan amorflashgan fazani namoyon qiladi, yaʼni gʻovaklararo boʻshliqdagi eritma-ichidan mexanizmi boʻyicha xosil boʻluvchi. Bunda gʻovaklik boʻshligʻidagi gidratatsiya maxsulotlarining kimyoviy tarkibi gʻovakni oʻrab turuvchi bogʻlovchining yirik zarrachalarining kimyoviy tarkibiga bogʻliq boʻladi.

Ishlab chiqilgan portlandsement asosidagi KB toshining vaqt bo'yicha struktura hosil qilishining tahlili shulardan dalolat beradiki, bog'lovchini suv bilan aralashtirgandan so'nggi dastlabki onlarda struktura hosil qilish jarayoni biroz sekinlashadi, biroq keyinchalik yangi xosilalarning xosil bo'lishi jarayoni keskin tezlashadi. Sementli-kompozitsiyali qorishmaning induksion davri KB tarkibidagi klinkerli komponentning kamayishi bilan ortib boradi. Ishlab chiqilgan KBning asosiy afzalliklaridan biri sementli-kompozitsiyali tosh va uning asosidagi beton strukturasi turli muddatlarda, shu jumladan, erta muddatlarda ham faolligining uzoq vaqt davom etishi va intensiv ravishda mustahkamlanib borishi hisoblanadi.

Dissertatsiyaning **“O‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni makrostruktura darajasida tadqiqot qilish”** nomli to‘rtinchi bobida KB asosidagi o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning tarkibini tanlash, o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton qorishmasining reologik xossalarini o‘rganish, o‘zi zichlanuvchi betonning mustahkamlikka oid ko‘rsatkichlarini aniqlash, o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning g‘oavkligi strukturasi va ekspluatatsion xossalarini o‘rganishga bag‘ishlangan ilmiy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Yuqori mustahkam va o‘tkazuvchanligi juda past bo‘lgan O‘ZBni loyihalashning kompozitsion materiallarning polistrukturali nazaiyasiga asoslanuvchi quyidagi ketma-ketligi aniqlab olindi: “kompozit” – “havo-fibratola-qorishma” – “havo-fibrotola-qum-KB-SP-suv”-“havo-fibrotola-qum-portlandsement mikroto‘ldirgich -SP-suv”. O‘ZB texnologiyasida beton qorishmasining zichlanishi to‘ldiruvchining cheklangan miqdorida (yirik to‘ldiruvchisiz holatlarda), suv-kukun nisbatining pastligida va plastifikatsiyalovchi kimyoviy qo‘shimchalarning qo‘shilishi natijasida ta‘minlanadi.

Beton qorishmasi tarkibini loyihalashning birinchi bosqichida oddiy (hajmiy armaturalanmagan) mayda donador beton ko‘rib chiqildi. Komponentlarining turi va miqdori bilan farq qiluvchi mayda donador betonning ishlab chiqilgan tarkiblari va ularning fizik-mexanikaviy xossalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

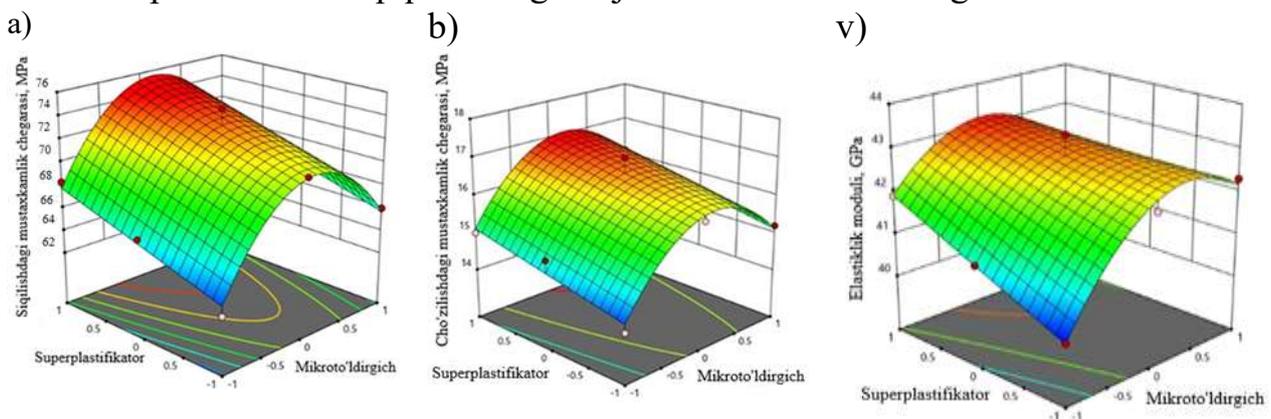
Mayda donador betonning tarkiblari va fizik-mexanikaviy xossalari

Tarkib №	Materiallarning sarfi, kg/m ³				Mustahkamlik, MPa		Elastiklik moduli, GPa	
	KB		SP	qum	suv	kubikli		prizmali
	sement	qo‘sh.						
1	702	452	11	1020	235	66,2	50,9	35,1
2	646	508	15	1020	223	68,6	51,0	36,0
3	582	572	18	1020	201	65,4	50,6	34,2
4	652	502	11	1020	253	64,8	49,8	33,4
5	606	548	15	1020	231	72,6	59,2	40,3
6	631	523	18	1020	203	63,0	48,9	32,2
7	601	553	11	1020	251	68,9	51,1	35,9
8	695	459	18	1020	196	70,3	52,3	36,3

9	631	523	15	1020	221	66,2	50,8	38,8
10*	545	-	-	1634	218	42,9	31,8	25,2
11	545	169	-	1465	241	41,2	30,3	29,0
12	545	-	15	1691	182	50,3	33,2	30,5
Izoh: KB-kompozitsion bog'lovchi; SP-superplastifikator; * -tarkib boshqalariga nisbatan mexanokimyoviy faollashtirilmagan								

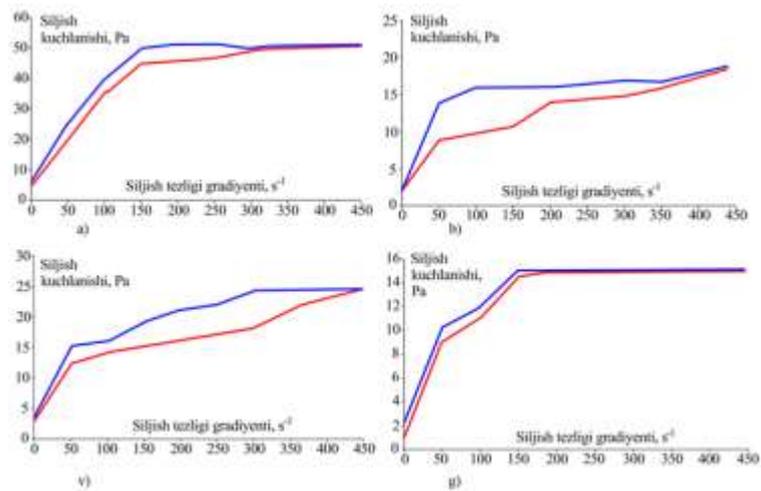
Olingan natijalarning tahlili shulardan dalolat bermoqdaki, ishlab chiqilgan O'ZBning fizik-mexanik tavsiflari an'anaviy nazorat tarkiblarga nisbatan olganda sezilarli darajada yuqori. Buning asosiy sabablari shundan iboratki, beton qorishmasi suv talabchanligining kamayishi hamda sementli-kompozitli tosh va to'ldiruvchi o'rtasidagi adgeziyaning ortishi hisobiga qotib boruvchi kompozit mikrostrukturasi yanada zichlanganligi va umumiy g'ovakligining kamayganligidir.

Eksperimental tadqiqotlarda mikroto'ldirgich va Master Glenium 27 superplastifikatorining fibrobetonning 28-sutkalik muddatdagi siqilishga, cho'zilishga mustahkamligi, hamda elastiklik moduli ko'rsatkichlariga ta'siri ham o'rganildi. Ushbu eksperimental tadqiqotlarning natijalari 7-rasmda keltirilgan.



7-rasm. Bazaltfibrobeton siqilishga va cho'zilishga mustahkamligi, xamda elastiklik moduli ko'rsatkichining mikroto'ldirgich va SP miqdoriga nisbatan bog'lanishlari a-siqilishga mustaxkamlik; b-cho'zilishga mustahkamlik; v-elastiklik moduli

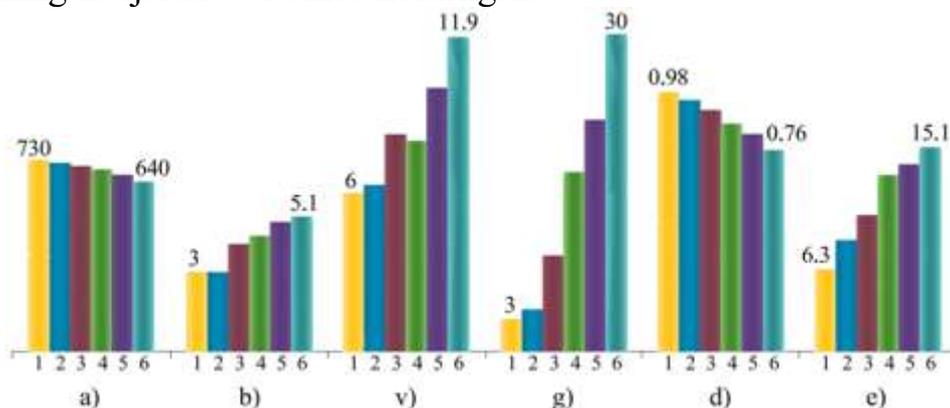
O'ZBlarning ulardan tayyorlanuvchi konstruksiyalarning sifat ko'rsatkichlarini aniqlab beruvchi eng asosiy tavsiflari texnologik va reologik ko'rsatkichlari xisoblanadi. Shu tufayli yuqorida keltirilgan ishlab chiqilgan O'ZB tarkiblarining reologik xossalarini o'rganib chiqish uchun bir qator eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Kompozitsion bog'lovchining fibrobeton qorishmasining reologik xossalariga ta'sirini aniqlash uchun suv-bog'lovchi sistemalari quyidagi tarkibga ega bo'lgan: a) suv+PS; b) suv+PS+SP; v) suv+PS+FQ; g) suv+KB fibrobeton qorishmalarining reogrammalari o'zaro taqqoslandi (8-rasm).



8-rasm. Fibrobeta qorishmalarining reogrammalari

Eksperimental tadqiqotlarning natijalari quyidagilardan dalolat beradi, ya'ni boshlang'ich qovushqoqlikning eng yuqori miqdori "suv+PS" sistemasi uchun xos bo'lgan bo'lsa, eng past (deyarli nolga yaqin) "suv+KB" sistemasi uchun xos bo'ldi. "Suv+PS+SP" va "suv+PS+FQ" sistemalari esa ushbu nazorat qilinuvchi ko'rsatkichga ko'ra oraliq o'rinlarni egalladi. Bunda KB asosidagi fibrobeta qorishmasi siljish kuchlanishining miqdori bo'yicha eng kichik ko'rsatkichga ega bo'ldi, bu esa O'ZBni loyihalashdan ko'zda tutilgan asosiy maqsaga to'la muvofiq keladi.

Yuqoridagi (1-jadval) keltirilgan tarkiblar bo'yicha tayyorlangan beton qorishmalarining reologiyasini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan kompleks tadqiqotlarning natijalari 9- rasmda keltirilgan.

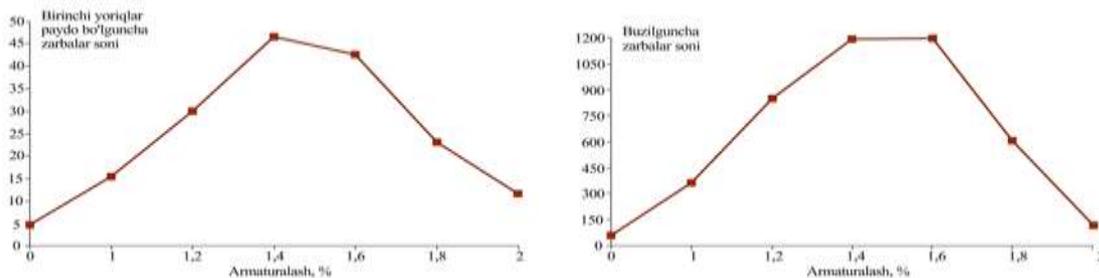


9-rasm. O'zi zichlanuvchi beton qorishmalarining reologik tavsiflari

1,2,3,4,5,6- mos ravishda 4.1-jadv. keltirilgan 2,4,5,6,8,9-tarkiblar; a-standart konusning yoyilishi,mm; b-50 sm gacha yoyilish,s; v-V-simon voronkadan o'tish vaqti,s; g- U-simon yashik orqali oquvchanlik, N_2-N_1 ; d-L-simon yashikdagi armatura sterjenlari qarshiligini yengish qobiliyati, N_2/H_1 ; e-qatlamlanishga turg'unlik,%

Olingan ma'lumotlarning taxlili KB asosidagi tarkiblar asosida olingan o'zi zichlanuvchi beton qorishmalarining barchasi oquvchanligi va qatlamlanib ketishga qarshiligi ko'rsatkichlari bo'yicha xalqaro me'yorlar - EFNARC (2002) talablariga mos kelishini ko'rsatib berdi.

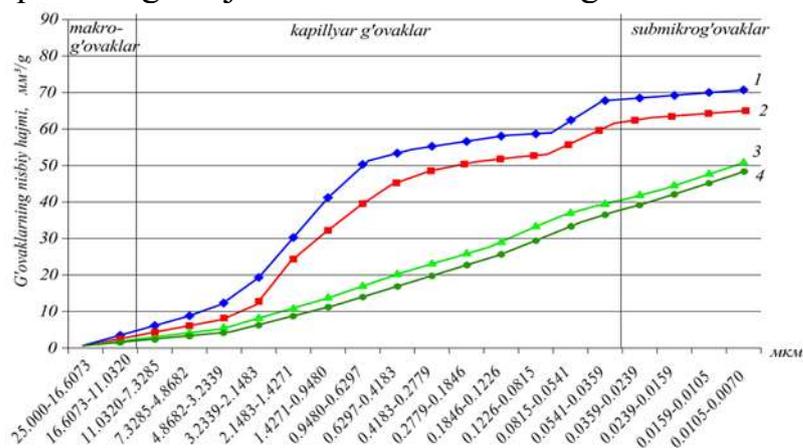
Bazaltfibrobetonning zarbga oid qovushqoqligini eksperimental tadqiqot qilish muhim ahamiyatga ega bo‘lib, uni standartlashtirilgan uslubga muvofiq o‘tkazildi. Eksperimetal tadqiqotlardan olingan natijalar 10-rasmda keltirilgan.



10-rasm. Bazaltfibrobeton zarbga oid qovushqoqligi tavsiflarining tarkibidagi fibrotola miqdoriga bog‘liqligi

O‘tkazilgan tadqiqotlar o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning yoriqbardoshligi tarkibida fibratola mavjud bo‘lmagan O‘ZBlarga nisbatan olganda 9 barobargacha yuqori bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatib berdi.

O‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning g‘ovakligi strukruasini o‘rganish va uni qiyosiy tahlil qilish uchun 1-jadvalda keltirilgan tarkiblar asosida standart namunalar tayyorlanib, ularni 28 sutka muddatda sinovdan o‘tkazildi. Namunalarning g‘ovakligi Pascal 240 EVO rusumli simobli porizometrda aniqlandi. O‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning natijalari 11-rasmda keltirilgan.



11-rasm. O‘zi zichlanuvchi mayda donador beton va fibrobetonning integral g‘ovakligi grafiklari

Olingan natijalarning tahlili shulardan dalolat berib turibdiki, qo‘shimchasiz sementli bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchi beton eng yuqori g‘ovaklikka ega bo‘ladi. O‘ZB tarkibiga superplastifikatorning kiritilishi beton qarishmasining suv talabchanligini keskin kamaytirishi hisobiga uning g‘ovakligini sezirali darajada kamaytiradi. KB asosida olingan O‘ZB ning g‘ovakligi esa keskin kamayib ketadi. Ushbu O‘ZBning makro va kapillyar g‘ovakliklari yig‘indisi qo‘shimchasiz sementli bog‘lovchi asosidagi O‘ZB ning aynan shu ko‘rsatkichiga solishtirsak uning deyarli 2 barobarga kamayganligini ko‘rishimiz mumkin. Ishlab chiqilgan yangi kompozit- o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonning yuqori zichlikdagi strukturaga ega bo‘lishi sababli yuqori ko‘rsatkichlarli ekspluatatsion xossalarga ham ega bo‘lishini ham tahmin qilish mumkin. Ushbu farazni tasdiqlash uchun ishlab chiqilgan

bazaltfibrobetonning suv o'tkazuvchanmasligi va muzlashga chidamliligini o'rganish bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. O'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning natijalari 2- va 3- jadvallarda keltirilgan.

2-jadval

O'ZB namunalarini suv o'tkazuvchanmaslikka sinash natijalari

Tarkib №	Betonning turi	O'rtacha zichligi, kg/m ³	Suvning kirib borishi chuqurligi, h, mm	Filtrasiya koeffitsiyenti, Kf, sm/s	Markasi, W
1	O'ZB (PS)	2405	30	-	>W10
2	O'ZB (PS+SP)	2410	24	-	>W12
3	O'ZB (KB+SP)	2420	13	-	>W18
4	O'ZB (KB+SP+BF)	2425	10	-	>W20

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida shular aniqlandiki, bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan kompozitsion bog'lovchi asosidagi O'ZB qo'shimcha qo'shilmagan portlandsement asosidagi O'ZB ga nisbatan taqqoslaganda suv o'tkazuvchanmasligi xossasi bo'yicha 2 barobar yuqori ko'rsatkichga ega bo'lar ekan.

3-jadval

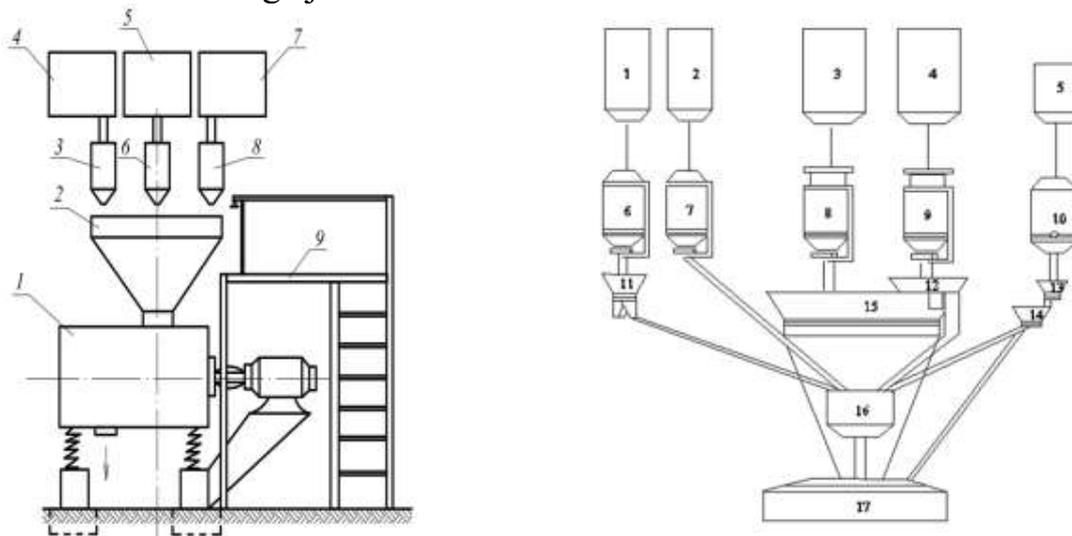
O'ZB namunalarni suv muzlashga chidamlilikka sinash natijalari

Tarkib №	Betonning turi	O'rtacha zichligi, kg/m ³	Beton va standart namunalarning hajmiy deformatsiyalari farqining nisbiy ortishi, $\Theta \cdot 10^{-3}$	Markasi, F
1	O'ZB (PS)	2405	0,28	F400
2	O'ZB (PS+SP)	2410	0,25	F400
3	O'ZB (KB+SP)	2420	0,17	F450
4	O'ZB (KB+SP+BF)	2425	0,15	F500

Olingan natijalarning tahlilidan ko'rinib turibdiki, bazaltli fibrotola bilan dispers armaturalangan kompozitsion bog'lovchi asosidagi O'ZB qo'shimcha qo'shilmagan portlandsement asosidagi O'ZB ga nisbatan taqqoslaganda muzlashga chidamliligi xossasi bo'yicha 25% ga yuqoriroq markaga ega bo'lar ekan. Ushbu holatni quyidagi mulohazalar bilan tushuntirish mumkin: bazaltli fibrotolar bilan dispers armaturalangan O'ZBda fibrallar uning mikrostrukturasida hajmida bir tekis va turlicha yo'naltirilgan holatda taqsimlangani sababli kompozitning matrisasini kuchaytiradi va undagi mavjud bo'lgan g'ovaklarning umumiy miqdorini kamaytirish bilan birga yopiq g'ovaklarning sonini ham oshiradi. Ma'lumki, bunday holatlar bazalt tolasi bilan dispers armaturalangan O'ZBning muzlashga chidamliligi xossasiga o'zining ijobiy ta'sirini ko'rsatadi va sezilarli darajada muzlatish-eritish sikllari sonining ortishiga sababchi bo'ladi.

Dissertatsiyaning **“O'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning texnologiyasini ishlab chiqish va ishlab chiqarishga joriy qilish”** nomli beshinchi bobida KB asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning ishlab chiqilgan yangi tarkibini ishlab chiqarishga joriy qilish, ushbu innovatsion texnologiyaning texnik-iqtisodiy samaradorligini asoslash va undan qurilishda foydalanishning yangi samarali imkoniyatlarini ko'rsatib berish masalalari yoritilgan.

KB asosida olinuvchi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni ishlab chiqarish quyidagi asosiy texnologik jarayonlarni bajarishni ko'zda tutadi: 1. Vibrasion tegirmonda KB tashkil etuvchilari: sement+STJ+KQ ni birgalikda nisbiy sirtining miqdori $S_{nis} = 3500-4000 \text{ sm}^2/\text{g}$ bo'lguncha maydalash. 2. Betonqoritirgichda o'zi zichlanuvchi beton qarishmasini tayyorlash: KB, superplastifikator, suv va bazalt fibrotolasini birgalikda aralashtirish yo'li bilan. 3. Tayyorlangan KB asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni ishlatish oldidan uning sifat ko'rsatkichlarini nazorat qilish. Texnologik sxemaning (12-rasm) asosini beton qarishmasini va uning asosida buyumlar tayyorlashning oqim usuli bo'yicha tashkil qilingan sanoatlashgan jarayonlari tashkil qiladi, mavjud texnologik liniyaga biroz o'zgartirish kirtish bilan amalga oshiriluvchi. Texnologik sxemaning mohiyati quyidagilardan iborat. Boshlang'ich materiallar zavodga avtomobil transportida yetkazib beriladi. Kompozitsion bog'lovchi tayyorlash uchastkasida kerakli miqdordagi portlandsement, seolitli tog' jinsi va kvarts qumi vibratsiyalovchi tegirmonga yuklanadi. KB olish jarayonining muddati tegirmonning quvvati va qorishtirgichlarning gabarit o'lchamlariga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Maydalovchi agregatning ishlatilishida xarorat $100 \text{ }^\circ\text{C}$ dan oshib ketishi mumkinligini e'tiborga olib superplastifikatorni KBni tayyorlashda birgalikda maydalash jarayonida ishtirok ettirilmaydi, uni O'ZB tarkibiga keyingi bosqichda bevosita betonqorishtirgichga suv bilan birga solinadi. KB asosidagi bazaltfibrobetonni ishlab chiqarishdagi keyingi jarayon tayyorlangan KB, mayda to'ldiruvchi, suv, superplastifikator va fibratolani vaznga oid dozatorlarda tortib bevosita betonqorishtirgichga yuklanadi va ularning birgalikda 9-10 minut davomida aralashtirilishi natijasida bazaltfibrobeton qarishmasi tayyorlanadi. Keyingi bosqichda tayyorlangan qarishma sifat nazoratidan o'tadi va tayyor qarishmani vaqtinchalik saqlash bunkeriga joylanadi. U yerdan bazaltfibrobeton qarishmasi hajmiy dozator yordamida avtobetontashigichga yuklanadi va iste'molchiga jo'natiladi.



12-rasm. KB va uning asosida olinuvchi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton ishlab chiqarishning texnologik sxemasi a) KB tayyorlash b) O'Z bazaltfibrobeton ishlab chiqarish

KB asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonni ishlab chiqarishga joriy qilish «NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI» MCHJ korxonasi

temirbeton buyumlar ishlab chiqarish zavodida amalga oshirildi. Bu yerda 01.03.2025 yildan to 01.08.2025 yilgacha davr mobaynida 200 dona hajmdagi CM10-35-1T3 turkumli burg‘ulab-qoqish qoziqoyoqlari tajriba-ishlab chiqarish partiyasi ishlab chiqarildi. Umumiy hajmi 1,27 m³ ga teng bo‘lgan kurakli betonqorishtirgichda KB asosidagi o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobeton ishlab chiqilgan “Texnologik relament” ga qat’iy rioya qilingan holda tayyorlandi. CM10-35-1T3 turkumli qoziqoyoqlarni ishlab chiqarish uchun konusning yoyilmasi bo‘yicha markasi SF2 ga teng bo‘lgan bazaltfibrobeton qarishmasi qo‘llanildi. O‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetondan CM10-35-1T3 turkumli qoziqoyoqlarni ishlab chiqarishda xisob-kitoblarga ko‘ra ko‘zda tutiluvchi ishchi armatura 40% ga qisqartirildi, ya’ni 4 ta Ø16A-III armatura 4 ta Ø10A-III armatura bilan almashtirildi. CM10-35-1T3 turkumli qoziqoyoqlarni o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetondan qoliplash jarayonida vibratsiyalash amaliyoti qo‘llanilmadi. O‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning qotishi sur‘atlari ancha yuqori bo‘lgani sababli issiqlik-namlilik bilan ishlov berishning amaldagi tartibiga o‘zgarish kiritildi va quyidagi qisqartirilgan tartib bo‘yicha amalga orshirildi: dastlabki saqlash – 3s; haroratni 75 °C ko‘tarish – 2s; izotermik ishlov berish – 2 s; sovitish - 3s. Ishlab chiqarilgan CM10-35-1T3 turkumli qoziqoyoqlarning tajribaviy partiyasi 13-rasmda keltirilgan.



13-rasm. CM10-35-1T3 turkumli burg‘ulab-qoqish qoziqoyoqlari

Nazorat namunalarini zavodning laboratoriyasida sinashda quyidagi natijalar olindi: 28 sutkalik muddatda siqilishga mustahkamlik- 72,0 MPa; INI dan so‘ng siqilishga mustahkamlik -54,0 MPa; egilishga mustahkamlik -17,0 MPa; INI dan so‘ng egilishga mustahkamlik -12,0 MPa. Zavodda tuzilgan komissiya xulosasiga ko‘ra CM10-35-1T3 turkumli burg‘ulab-qoqish qoziqoyoqlari me’yoriy xujjatlar talablariga to‘liq mos keladi va ushbu tarkib bo‘yicha qoziqoyoqlarni ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish tavsiya etildi. Kompozitsion bog‘lovchi asosidagi o‘zi zichlanuvchi bazaltfibrobetondan CM10-35-1T3 turkumli burg‘ulab qoqish qozig‘ini ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi 1 m³ hajmdagi buyum uchun 703 741 so‘mni tashkil qildi. Innovatsion texnologiyani amaliyotga joriy qilinishi orqali CM10-35-1T3 qoziqlarning tannarxini 15,3 % ga arzonlashtirilishiga erishildi.

XULOSA

“Mahalliy materiallar asosidagi ekspluatatsion xossalari yaxshilangan o‘zi zichlanuvchan bazaltfibrobeton” mavzusida falsafa fanlari doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan dissertatsiya ishi doirasida o‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Mahalliy materiallar asosida yuqori mustahkamlikka oid va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan ($R_{siq}=74,6$ MPa, $R_{cho‘z}=16,0$ MPa, $E=41,0$ GPa, W20,

F500) bazaltli fibrotla bilan dispers armaturalangan o'zi zichlanuvchan betonlar olish mumkinligi ilmiy asoslab berildi va eksperimental tasdiqlandi.

2. Kompozitsion bog'lovchi komponentlarining miqdori va dispersligining modifikatsiyalangan sement toshi struktura xosil qilishi jarayonlari va xossalari bilan o'zaro bog'liqligi qonuniyatlari aniqlandi.

3. Portlandsement asosidagi kompozitsion bog'lovchini olish uchun eng samarali texnologiyani loyihalash natijasida bog'lovchining optimal samaradorligini ($S_{nis} = 3500-4000 \text{ sm}^2/\text{g}$ bo'lganda) minimal energiya sarflanishida erishishni ta'minlab beruvchi vibratsiyali tegirmondan foydalanishning afzalligi ko'rsatib berildi.

4. Portlandsement asosidagi kompozitsion bog'lovchi tarkibini mustahkamlik omili bo'yicha optimallashtirish masalasini matematik modellar asosida yechilganda komponentlarining quyidagi optimal miqdorlari aniqlandi: portlandsement– 60,9%, seolitli tog' jinsi – 28,5%, kvars qumi – 10,6% va SP Master Glenium 27 miqdori – 0,95%.

5. Portlandsement asosidagi kompozitsion bog'lovchi toshining yangi hosilalari mikrostrukturasi tahlili shularni ko'rsatib berdiki, mayda tuyilgan kvarsli mikroto'ldirgichning sirti mexanik-kimyoviy faollashtirish paytida musbat zaryadlangan faol markazlarga ega bo'ladi va shu tufayli qorishmadagi sement zarrachalarining deaglomeratsiyasiga sababchi bo'ladi, bu esa o'z navbatida polikarboksilatli superplastifikatorning sementli sistemaga ta'sirini kuchayishiga va zarrachalar sedimentatsiyasining kamayishiga olib kelishi aniqlandi.

6. Ishlab chiqilgan bazaltfibrobeton qorishmalarining reologik tavsiflari aniqlandi va ushbu tavsiflar asosida ularni o'zi zichlanuvchi beton qorishmalari (SF2 markasiga mos keluvchi) sifatida tasniflash mumkinligi ko'rsatib berildi.

7. Kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonning yoriqbardoshligi tarkibida fibratola mavjud bo'lmagan O'ZBlarga nisbatan taqqoslaganda 9 barobargacha ortishi mumkinligi aniqlandi.

8. Mahalliy bazalt fibrotlasi bilan dispers armaturalangan kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchan beton sof portlandsement asosidagi o'zi zichlanuvchan betonga nisbatan taqqoslaganda suv o'tkazuvchanligi bo'yicha 2 barobar, muzlashga chidamliligi bo'yicha 25% ga yuqoriroq ko'rsatkichga ega bo'lishi aniqlandi.

9. Kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchan bazaltfibrobetonni ishlab chiqarishning texnologiyasi ishlab chiqildi va Nukus shahridagi «NO'KIS TBBZ» MCHJ korxonasi temirbeton ishlab chiqarish zavodida amaliyotga joriy qilindi. Bu yerda ushbu yangi texnologiyadan foydalanib CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab-qoqish qoziqoyoqlarining 200 donadan iborat tajribaviy partiyasi ishlab chiqarildi.

10. Kompozitsion bog'lovchi asosidagi o'zi zichlanuvchi bazaltfibrobetonidan CM10-35-1T3 turkumli burg'ulab qoqish qozig'ini ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi 1 m^3 hajmdagi buyum uchun 703 741 so'mni tashkil qildi. Innovatsion texnologiyani amaliyotga joriy qilinishi orqali CM10-35-1T3 qoziqlarning tannarxini 15,3 % ga arzonlashtirilishiga erishildi. Umuman olganda tajribaviy ishlab chiqarilgan 200 dona qoziqlaridan olingan iqtisodiy samara 180,75 mln.sumni tashkil qildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.15/31.08.2022.Т.73.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

УЗАКОВ ШЕРБЕК АКБАРОВИЧ

**САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОН НА
ОСНОВЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Специальность 05.09.05-«Строительные материалы и изделия»

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2025.4.PhD/T6075

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (разюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Махаматалиев Иркин Муминович**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Хасанов Бахридин Баратович**
доктор технических наук, профессор
Касимов Иброхим Иркинович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Каракалпакский государственный университет**

Защита диссертации состоится «14» января 2026 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.04 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167., г. Ташкент, ул. Темирийўлчилар, 1. Тел: (+99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-5754; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного университета (зарегистрирована № 304). (Адрес: 100067., г. Ташкент, ул. Темирийўлчилар, 1. Тел.: (+99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «30» декабря 2025 года.
(реестр протокола рассылки № 27 от «30» декабря 2025 года).

А.И. Адилходжаев
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

У.З. Шермухамедов
Ученый совет по присуждению ученых степеней
ученый секретарь, доктор технических наук, профессор

А.А. Ишанходжаев
Председатель научного семинара при Научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мировом масштабе по объему производства, масштабам применения и конструктивно-техническим характеристикам бетон и железобетон признаны наиболее востребованными материалами в строительной индустрии. В настоящее время в таких развитых странах, как Япония, США, Россия, Турция, Канада, Китай, Южная Корея и др., наблюдается динамичное развитие монолитного метода возведения зданий и сооружений. В этих условиях возрастает спрос на самоуплотняющиеся бетоны (СУБ), которые отличаются высокой технологической эффективностью. В связи с этим особое внимание уделяется научным исследованиям, направленным на повышение эксплуатационных свойств самоуплотняющихся бетонов, относящихся к категории бетонов нового поколения с высокими технологическими показателями.

В последние годы в мировой строительной практике ведутся научные исследования, направленные на развитие технологий дисперсно армированных бетонов с различными волокнами — самоуплотняющихся базальтофибробетонов, а также на создание строительных конструкций на основе этого «бетона будущего», требующих меньших затрат энергии и ресурсов. В данном направлении инновационный подход, направленный, в частности, на повышение качества строительной продукции и снижение её себестоимости, создаёт большие возможности для решения таких актуальных задач, как экономическая эффективность, рациональное использование природных и энергетических ресурсов, а также обеспечение экологической безопасности, поэтому в ведущих научных центрах мира разрабатываются научные исследования, направленные на улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств дисперсно армированных фибробетонов с различными волокнами путем применения композиционных цементных вяжущих и введения в состав химических и минеральных добавок, формирующих структуру. Это считается одной из приоритетных задач.

В Республике модернизация строительной отрасли идет быстрыми темпами, и ученые ведущих научных исследовательских и высших учебных заведений проводят теоретические и экспериментальные исследования, направленные на создание научных разработок по широкому применению высокоэффективных самоуплотняющихся бетонов при возведении монолитных зданий и сооружений. Эти исследования, основанные на использовании местного сырья и материалов, позволяют создавать эффективные составы и технологии самоуплотняющихся бетонов, что способствует повышению качества монолитных строительных конструкций, снижению себестоимости, а также улучшению их прочностных и эксплуатационных характеристик. Кроме того, ведутся комплексные исследования, направленные на повышение экономической эффективности, эксплуатационной надежности и сейсмостойкости инновационного строительного материала — самоуплотняющегося бетона и монолитных конструкций на его основе. В «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–

2026 годы»² поставлены задачи по активному внедрению технологий «зеленой экономики» во все сферы, в частности, к 2026 году увеличить энергоэффективность экономики на 20% и сократить объемы выбросов вредных газов в атмосферу на 20%. Для реализации этих задач в Республике целесообразно активизировать научные работы по разработке составов и технологий модифицированных фибробетонов с использованием базальтовых фиброволокон, производимых на территории Узбекистана. Это является важной задачей для значительного повышения физико-механических и эксплуатационных показателей инновационных композиционных материалов, а также для разработки новых технологий и совершенствования существующих.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-2615 от 28 сентября 2016 года «О дальнейших мерах развития строительной индустрии», №УП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию отрасли производства строительных материалов», а также других нормативных документов, касающихся отрасли строительства.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления II. «Энергетика, энергосбережение и ресурсосбережение» развития науки и технологий Республики.

Степень изученности проблемы. Создание теоретических основ технологии бетонов нового поколения, в том числе самоуплотняющихся бетонов и фибробетонов, дисперсно армированных различными видами фибр, а также проведение широкомасштабных комплексных научных исследований, направленных на их разработку и совершенствование, в разные годы осуществлялись следующими известными зарубежными учёными: Х. Окамура, М. Оути, К. Маэкава, К. Одзава, М. Хаякава, Г. Де Шуттер, П.М. Бартош, П. Домоне, Ж. Гиббс, К.Х. Хаят, Ю.М. Баженов, В.В. Бабков, О.Я. Берг, П.Г. Комохов, И.А. Рыбьев, Б.В. Гусев, Н.Б. Урев, С.М. Мчедлов-Петросян, В.Г. Батраков, Г. П. Бердичевский, В.М. Бондаренко, И.В. Волков, А.А. Гвоздев, Ю. В. Зайцев, Л.Г. Курбатов, Б.А. Крылов, И.А. Лобанов, К.В. Михайлов, Р.Л. Маилян, Л.Р. Маилян, Р.А. Малинина, Ю.В. Пухаренко, Ф.Н. Рабинович, Б.Г. Скрамтаев, К.В. Талантова, Т.К. Хайдуков, М.М. Холмянский, В.П. Харчевников, Ф.П. Янкелевич, Е.М. Чернышев, Выровой, А.Г. Комар, В.Т. Ерофеев, В.И. Калашников, В.И. Кондращенко, Т.И. Петрова, С.В. Шестоперов, А.Е. Шейкин, В.Б. Ратинов, В.С. Рамачандран, Б.Р. Фаликман, В.М. Колбасов и др.

В Республике Узбекистан в разные годы научными исследованиями направленными на разработку и совершенствование технологий комплексно модифицированных многокомпонентных высококачественных бетонов нового поколения, занимались такие видные учёные, как А.И. Адилходжаев, А.А.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 г. УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 гг».

Тулаганов, Э.У. Касимов, М.К. Тахиров, Н.А. Самигов, Б.Б. Хасанов, К.С. Умаров, Х.Х. Камилов, Н.А. Аббасхонов, Х.Н. Нуритдинов, А.М. Эминов, У.А. Газиев, М.Т. Турапов, Б.Т. Собиров, С.А. Ходжаев, И.И. Касимов, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой, С.С. Шаумров, А.Т. Илясов и другие.

В исследованиях, выполненных вышеупомянутыми учёными, были подробно изучены составы, закономерности структурообразования, свойства и технологии комплексно модифицированных бетонов нового поколения, в частности самоуплотняющихся бетонов и фибробетонов, дисперсно армированных различными типами фибр.

Однако до настоящего времени не разработаны составы и технологии самоуплотняющихся бетонов, дисперсно армированных базальтовым волокном и изготовленных на основе цементных вяжущих, комплексно модифицированных минеральными микронаполнителями и химическими добавками. Кроме того, недостаточно глубоко и детально проведены исследования, направленные на выявление взаимосвязей между компонентами и свойствами таких бетонов. Также вопросы, связанные с реологическими, прочностными, деформационными характеристиками и ударной вязкостью самоуплотняющегося базалтофибробетона, до сих пор не исследованы в достаточной мере.

С учётом вышеизложенных положений проведение комплексных исследований, направленных на разработку состава и технологии самоуплотняющихся базалтофибробетонов, получаемых на основе обычного портландцемента с добавлением местного базальтового волокна, минерального микронаполнителя и суперпластификатора, а также на выявление закономерностей их структурообразования, является крайне актуальной научной задачей.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы Ташкентского государственного транспортного университета по проекту № БВ-Ф4-04 «Оптимизация состава и прогнозирование свойств многокомпонентных высококачественных бетонов на основе полиструктурной теории композиционных материалов» (2018–2020 гг.).

Цель исследования. Разработка состава и технологии самоуплотняющихся базалтофибробетонов на композиционном цементном вяжущем с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе местных материалов.

Задачи исследования:

изучить и проанализировать современное состояние использования самоуплотняющихся бетонов в строительной практике, а также выявить существующие проблемы в технологии таких бетонов;

определить качественные показатели исходных материалов и выбрать методы исследования;

провести исследование самоуплотняющегося базалтофибробетона на композиционном вяжущем на микроуровне структуры;

исследовать самоуплотняющийся базалтофибробетон на композиционном вяжущем на макроуровне структуры и разработать его оптимизированный состав;

разработать технологию самоуплотняющегося базалтофибробетона на композиционном вяжущем и внедрить в производство разработанный новый состав и технологию данного бетона;

определить технико-экономическую эффективность применения разработанного состава самоуплотняющегося базалтофибробетона на композиционном вяжущем и обозначить перспективные области его использования в строительстве.

В качестве объекта исследования принят самоуплотняющийся базалтофибробетон, дисперсно армированный базальтовым волокном и изготовленный на основе композиционного цементного вяжущего.

В качестве предмета исследования приняты закономерности структурообразования, состав, свойства и технология самоуплотняющегося базалтофибробетона, дисперсно армированного базальтовым волокном и изготовленного на основе композиционного цементного вяжущего.

Методы исследования. В исследованиях использовались современные методы физико-химического анализа, стандартизированные методы изучения свойств и определения качественных показателей цементных бетонов, а также метод математического планирования экспериментов при оптимизации составов и технологических процессов цементных бетонов. Кроме того, применялись статистические методы анализа и обработки результатов экспериментальных исследований.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Впервые разработаны состав и технология самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего, характеризующегося высокими показателями физико-механических и эксплуатационных свойств, получаемого с использованием местных материалов (№ UZ IAP 20250063).

Доказана возможность устранения отрицательного воздействия гидратной извести, образующейся в процессе гидратации цементного вяжущего, на прочность базальтового фиброволокна, путем введения в состав фибробетона тонкомолотой цеолитовой горной породы и кварцевого песка, обладающих высокой химической активностью.

установлены закономерности взаимной зависимости процессов структурообразования и свойств модифицированного цементного камня с оптимальным количеством и дисперсностью компонентов композиционного вяжущего;

определены на основе математических моделей оптимальные значения количества модифицирующих добавок, вводимых в качестве компонентов композиционного вяжущего в состав дисперсно-армированного базальтовой фиброй самоуплотняющегося фибробетона, обеспечивающего улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны составы самоуплотняющегося базальтофибробетона с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, дисперсно армированного базальтовым волокном и изготовленного на основе портландцемента марки SEM 32,5 (M400) внедрение разработанного состава и технологии самоуплотняющегося базальтофибробетона на композиционном вяжущем в опытное производство показало, что изготовленные из него буронабивные сваи типа CM10-35-1T3 обладают высокой технической и экономической эффективностью.

Достоверность результатов исследования объясняется применением современных методов физико-химического анализа и физико-механических испытаний, использованием средств и методов математического планирования экспериментов, соответствием полученных в ходе экспериментов выводов теоретическим закономерностям, а также успешным прохождением апробации результатов в производственных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке состава и технологии самоуплотняющегося базальтофибробетона на композиционном вяжущем, отличающегося повышенной прочностью при сжатии и изгибе, а также высокими эксплуатационными свойствами; в установлении того, что устранение отрицательного влияния гидратной извести, образующейся в процессе гидратации цементного вяжущего, на прочность базальтового волокна может быть достигнуто путем введения в состав химически активного микронаполнителя — измельченной цеолитовой горной породы и кварцевого песка; а также в разработке технологической схемы, обеспечивающей равномерное распределение волокон по объему композиционного материала в составе самоуплотняющегося базальтофибробетона. Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке составов самоуплотняющегося базальтофибробетона с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами на основе портландцемента марки SEM 32,5 (M400) и базальтового волокна, а также в успешном внедрении разработанного состава и технологии в опытное производство, что подтвердило высокую техническую и экономическую эффективность буронабивных свай типа CM10-35-1T3, изготовленных из данного бетона.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов научно-исследовательских работ по разработке состава и технологии самоуплотняющегося базальтофибробетона с улучшенными эксплуатационными свойствами на базе местных материалов:

Опытная партия буронабивных свай серии CM10-35-1T3 в количестве 200 единиц, изготовленных из бетона нового поколения, была внедрена в производство на заводе железобетонных изделий ООО «NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI» (Справка ассоциации «Узпромстройматериалы» № 02/15-3261 от 6 октября 2025 года). В результате внедрения удалось снизить себестоимость серийно выпускаемых железобетонных свай марки CM10-35-1T3

на 15,3 %. Экономическая эффективность от практического применения данной разработки составила 703 741 сум на 1 м³ изделия.

Производство бурозабивных свай серии СМ10-35-1Т3 на основе самоуплотняющегося базальтофибробетона нового поколения было успешно освоено на мощностях ООО «NO‘KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI». Согласно данным ассоциации «Узпромстройматериалы», суммарный экономический эффект от выпуска партии из 200 свай, изготовленных на основе самоуплотняющегося базальтофибробетона с использованием композиционного вяжущего, составил 180,75 млн сумов.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы были обсуждены на трёх международных и четырёх республиканских научно-технических и научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертационной работы опубликовано 17 научных трудов, из них 8 статей - в зарубежных и отечественных журналах, включая 3 статьи, индексируемые в базе данных Scopus, и 5 статей - в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан. Кроме того, получен 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство на компьютерную программу, выданные Агентством интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 117 страницы.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснована актуальность и необходимость проведённых исследований, определены цели и задачи работы, описаны объект и предмет исследования, рассмотрено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты работы, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов в практику, опубликованных научных трудах, а также дана информация о структуре и объёме диссертации.

В первой главе диссертации на тему **«Современное состояние использования самоуплотняющихся бетонов в строительной практике»** представлены современные сведения о самоуплотняющихся бетонах (СУБ), относящихся к бетонам нового поколения, их структуре, составе и свойствах; рассмотрена роль добавок в формировании структуры этих бетонов; приведён анализ публикаций отечественных и зарубежных исследователей по передовому опыту применения подобных инновационных бетонов на современных строительных объектах; отражены существующие проблемы при разработке технологии получения самоуплотняющегося базальтофибробетона с улучшенными эксплуатационными свойствами.

На сегодняшний день исследования и внедрение самоуплотняющихся бетонов (СУБ) получили широкое распространение во всем мире, в частности в Японии и странах Западной Европы.

Анализ проведенных исследований показывает, что получение высокотехнологичных СУБ может сопровождаться проблемой раннего образования трещин вследствие контракционной усадки, вероятного увеличения влагопоглощения затвердевшего композита, а также повышения ползучести. Для предотвращения указанных возможных негативных последствий необходимо вводить в состав модифицирующие добавки, которые позволяют управлять развитием локальных деформаций системы и обеспечивают направленное формирование заранее заданной пористости цементного камня. Следует отметить, что данная проблема в ранее выполненных научных исследованиях изучена крайне недостаточно, и поэтому в научно-технической литературе отсутствуют подробные сведения о её решении. Особенно мало работ посвящено повышению ударной вязкости, что является критически важным показателем для защитных сооружений. В настоящее время по решению этой сравнительно малоизученной проблемы ведутся масштабные научные исследования различными учёными.

С учётом приведённых выше рассуждений в конце данной главы была определена основная цель диссертационной работы, а именно: разработка состава и технологии дисперсно-армированного самоуплотняющегося базальтофибробетона на композиционном цементном вяжущем с высокими эксплуатационными характеристиками, дисперсно армированного базальтовым волокном и изготовленного на основе портландцемента марки SEM 32,5 (M400).

Во второй главе диссертации под названием «Используемые материалы и методы исследования» подробно приведены физические, физико-механические свойства и химический состав исходного сырья и материалов, использованных в экспериментальных исследованиях, а также методики исследования физико-механических и эксплуатационных свойств самоуплотняющегося базальтофибробетона на композиционном вяжущем. Для определения показателей свойств исходного сырья, материалов и самоуплотняющегося базальтофибробетона применялись научно обоснованные стандартизированные методы, а также современные высокоточные измерительные приборы, имеющиеся в научных лабораториях Ташкентского государственного транспортного университета и Ташкентского государственного архитектурно-строительного университета. В частности, для физико-химического анализа цементного вяжущего и базальтофибробетонного камня использовались дифрактометр ARL Xtra (Швейцария), дериватограф Thermoscan-2 (Россия) и симобный поризометр Pascal 240 EVO фирмы Thermo Scientific (Испания).

В экспериментальных исследованиях для получения самоуплотняющегося базальтофибробетона на композиционном вяжущем использовались следующие исходные материалы: в качестве вяжущего — цемент марки SEM I 32,5 Н (M400) Охангаронского цементного завода; в качестве мелкого заполнителя — песок карьера КДБ «Пскент» с модулем крупности $M_{кр} = 2,87$; в качестве минеральных микрозаполнителей — мелкоизмельчённый цеолитовый горный породу из

карьера Бельтау и кварцевый песок из карьера Майский; в качестве химической добавки — поликарбонатный суперпластификатор марки MasterGlenium ACE 27, произведённый компанией BASF (Германия); в качестве дисперсно-волоконного наполнителя — базальтовое волокно диаметром 13–17 мкм и длиной 6–12 мм, произведённое предприятием ООО «MEGA INVEST INDUSTRIAL» (Джизакская область).

Во второй главе диссертации под названием «**Исследование самоуплотняющегося базалтофибробетона на уровне микроструктуры**» приведены результаты исследований по составу и способу получения композиционного цементного вяжущего (КВ), свойствам смеси и камня КВ, оптимизации состава КВ с помощью методов математического моделирования, а также изучения специфики формирования структуры камня КВ.

В предварительных экспериментальных исследованиях в качестве исходного рабочего варианта КВ был принят состав: портландцемент — 60%; цеолитовая горная порода — 30%; кварцевый песок — 10%, и разрабатывалась технология его приготовления. Результаты этих исследований показали преимущества использования вибрационного мельничного оборудования для получения композиционного вяжущего, поэтому для выполнения данного технологического процесса была рекомендована мельница типа ИВ-4. Компоненты КВ измельчались в вибрационной мельнице до различных степеней дисперсности, после чего определялись прочностные показатели полученного вяжущего (см. рис. 1).

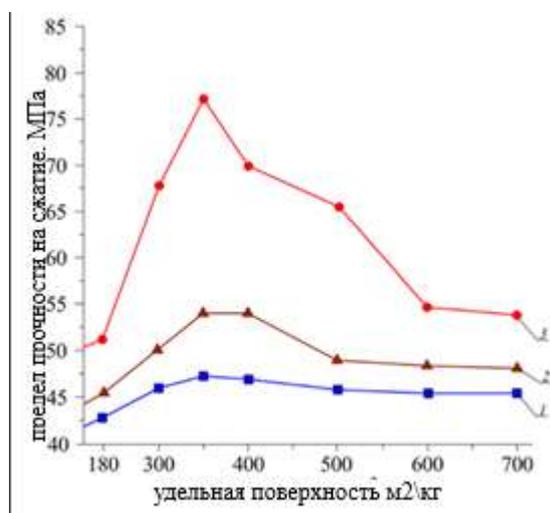


Рис. 1. Графическая зависимость прочности модифицированного цементного камня от относительной площади поверхности вяжущего. 1, 2, 3 — соответственно через 3, 7 и 28 суток

По результатам проведённых исследований было установлено, что максимальные показатели прочности на сжатие достигаются у композиционного вяжущего (КВ) с относительной поверхностью 3500–4000 см²/г. Последующие исследования были посвящены выбору типа суперпластификатора, вводимого в состав КВ вместе с водой. В этих экспериментах были опробованы три наиболее востребованных на строительном рынке суперпластификатора: MasterGlenium 27 (Германия), Melflux 1641F (Германия) и FM1030 (Китай). Результаты исследований представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

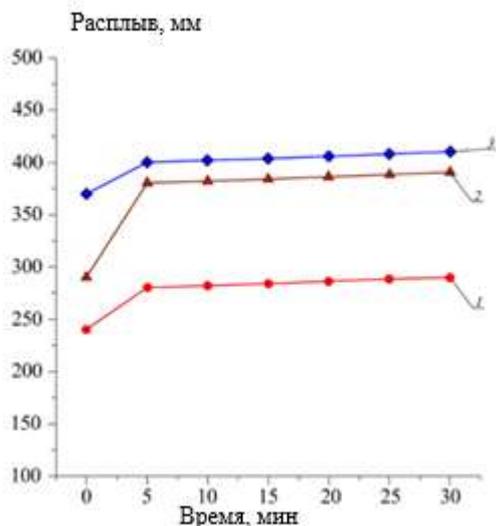


Рис. 2. Результаты растекания конуса цементной смеси с различными суперпластификаторами. 1, 2, 3 — соответственно для суперпластификаторов FM1030, Melflux 1641F и MasterGlenium 27

На основании анализа результатов исследований для последующих экспериментов был выбран суперпластификатор MasterGlenium 27, признанный относительно наиболее эффективным в цементных системах.

Следующие исследования были направлены на решение задачи оптимизации состава композиционного вяжущего (КВ), состоящего из портландцемента, цеолитовой горной породы и кварцевого песка. В проведённых исследованиях оптимизация состава КВ по показателю прочности на сжатие цементного камня выполнялась с использованием метода математического планирования эксперимента, а именно методом центрального ортогонального композитного плана второго порядка Бокса–Уилсона.

По результатам исследований были получены следующие математические модели в виде регрессионных уравнений:

$$Y_1 = 40,57 - 0,84X_1 + 1,06X_2 - 2,68X_3 - 0,55X_1^2 - 0,49X_2^2 + 0,53X_3^2 - 0,11X_1X_2 - 2,68X_1X_3 + 0,10X_2X_3 + 1,55X_1X_2X_3;$$

$Y_2 = 52,85 - 0,20X_1 + 0,55X_2 - 1,26X_3 - 0,64X_1^2 - 1,88X_2^2 - 3,05X_3^2 - 0,84X_1X_2 - 0,11X_1X_3 + 0,40X_2X_3 + 1,09X_1X_2X_3$. Здесь: Y_1 — прочность цементного камня на сжатие через 7 суток, МПа; Y_2 — прочность цементного камня на сжатие через 28 суток, МПа; X_1 — количество цеолитовой горной породы в составе КВ, % по массе КВ; X_2 — количество кварцевого песка в составе КВ, % по массе КВ; X_3 — количество суперпластификатора (не включается в состав КВ), % по массе КВ. Поверхности отражения регрессионных уравнений представлены на рис. 3.

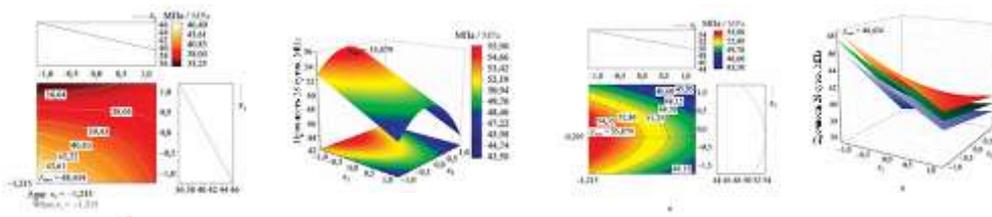


Рис. 3. Поверхности отражения регрессионных уравнений Y_1 и Y_2

При решении задачи оптимизации состава КВ по фактору прочности на основе математических моделей были определены следующие оптимальные

количества компонентов: цеолитовая горная порода — 28,5%, кварцевый песок — 10,6%, суперпластификатор MasterGlenium 27 — 0,95%. При этом введение суперпластификатора осуществляется не в состав КВ, а в воду, добавляемую в смесь.

Для изучения структуры цементного камня и цементных композитов использовался ряд физико-химических методов анализа. Результаты микроскопического исследования представлены в виде фотоснимков на рис. 4.

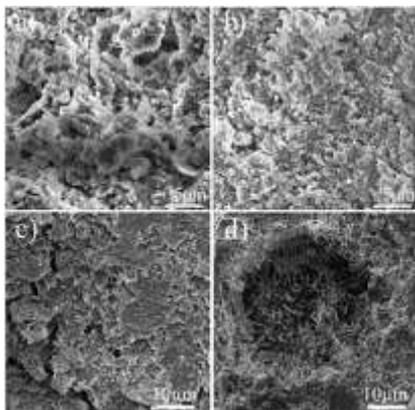


Рис. 4. Микроструктура новых образцов (28 суток):

**a, c — чистый цементный камень;
b, d — цементный камень на основе композиционного вяжущего (КВ)**

Результаты микроструктурного анализа показали, что структура цементного камня, полученного из вяжущего без добавок, характеризуется пористыми некристаллизованными и рентгеноаморфными новообразованиями (рис. 4,a,c). На этом фоне хорошо видны гексагональные пластинки портландита. Структура камня, изготовленного из разработанного состава КВ, отличается более высокой плотностью, при этом отчетливо просматривается система игловидных и пластинчатых новообразований (рис. 4,b,d). Введение именно этих микронаполнителей в состав вяжущего позволяет сформировать управляемую структуру плотной матрицы с уменьшенной пористостью, что способствует повышению прочности композита. Результаты рентгенофазового анализа цементно-композиционного камня разработанного состава представлены на рис. 5.

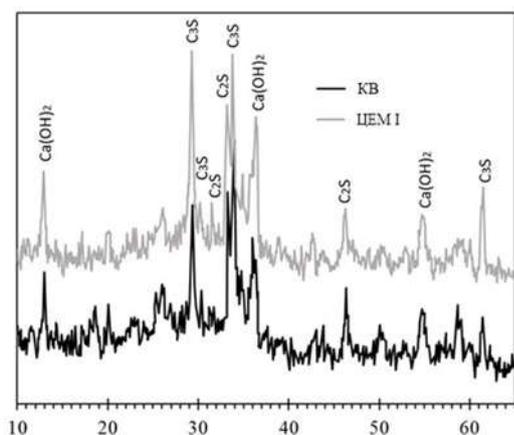


Рис. 5. Дифрактограммы цементного камня: чистого и на основе композиционного вяжущего (КВ)

Результаты рентгенофазового анализа показали, что в цементном камне на основе КВ наблюдается снижение интенсивности пиков, соответствующих клинкерным минералам, а также пиков, относящихся к портландиту. Кроме того,

для обоих составов характерно наличие остаточного кварца (почти одинаковое), а также присутствие кальций-гидросиликатов, при этом в разработанном составе преобладает CSH(I), тогда как в контрольном составе — CSH(II).

Исследования показали, что активные кремнеземные и глиноземные добавки в составе КВ способствуют связыванию портландита — $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в вторично образованные низкоосновные CSH и САН (рис. 6).



Рис. 6. Сравнение механизмов гидратации чистого цемента и композиционного вяжущего (КВ)

Гидратационные продукты КВ условно можно разделить на две группы: первичные и вторичные. Структура первичных продуктов гидратации проявляет аморфную фазу, т.е. образуется механически в растворе, находящемся в порах. В этом случае химический состав гидратационных продуктов в порах зависит от химического состава крупных частиц вяжущего, окружающих поры.

Анализ формирования структуры портландцементного КВ во времени показал, что на начальных этапах после смешивания вяжущего с водой процесс формирования структуры проходит относительно медленно, однако затем образование новых фаз резко ускоряется. Индукционный период цементно-композиционной смеси увеличивается при уменьшении количества клинкерных компонентов в составе КВ.

Одним из основных преимуществ разработанного КВ является то, что активность цементно-композиционного камня и структуры на его основе сохраняется в течение длительного времени, включая ранние сроки, и интенсивно возрастает прочность.

В четвертой главе диссертации под названием «Исследование самоуплотняющегося базальтофибробетона на макроструктурном уровне» представлены результаты научных исследований, посвящённых выбору состава СУБ (самоуплотняющегося базальтофибробетона), изучению реологических свойств бетонной смеси, определению показателей прочности, а также изучению пористой структуры и эксплуатационных характеристик СУБ. Для проектирования высокопрочного и с крайне низкой проницаемостью СЗБ был установлен следующий порядок формирования композиционного материала на основе полиструктурной теории композиционных материалов: «композит» → «воздух-фибротала-смесь» → «воздух-фибротала-песок-КВ-СП-вода» → «воздух-фибротала-песок-портландцемент-микротолща-СП-вода».

В технологии СУБ уплотнение бетонной смеси обеспечивается при ограниченном количестве заполнителя (без крупного заполнителя), низком

отношении воды к сухой смеси и добавлении пластифицирующих химических добавок. На первом этапе проектирования бетонной смеси рассматривался простой (без объёмного армирования) мелкозернистый бетон. Разработанные составы мелкозернистого бетона, отличающиеся по виду и количеству компонентов, а также их физико-механические свойства приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы мелкозернистого бетона и их физико-механические характеристики

Состав №	Расход материалов, кг/м ³					Прочность, МПа		Модуль упругости, ГПа
	КВ		СП	Песок	вода	Куби.	Приз.	
	цемент	дав.						
1	702	452	11	1020	235	66,2	50,9	35,1
2	646	508	15	1020	223	68,6	51,0	36,0
3	582	572	18	1020	201	65,4	50,6	34,2
4	652	502	11	1020	253	64,8	49,8	33,4
5	606	548	15	1020	231	72,6	59,2	40,3
6	631	523	18	1020	203	63,0	48,9	32,2
7	601	553	11	1020	251	68,9	51,1	35,9
8	695	459	18	1020	196	70,3	52,3	36,3
9	631	523	15	1020	221	66,2	50,8	38,8
10*	545	-	-	1634	218	42,9	31,8	25,2
11	545	169	-	1465	241	41,2	30,3	29,0
12	545	-	15	1691	182	50,3	33,2	30,5

Примечание: КВ- Композиционное вяжущее; СП-суперпластификатор; * - "Состав, не активированный механохимически по сравнению с другими"

Анализ полученных результатов показывает, что физико-механические характеристики разработанного СУБ значительно выше по сравнению с традиционными контрольными составами. Основными причинами этого являются снижение водопотребности бетонной смеси, а также повышение адгезии между цементно-композитным камнем и заполнителем, что обеспечивает более плотную микроструктуру затвердевающего композита и уменьшение его общей пористости.

В экспериментальных исследованиях также изучалось влияние микродобавки и суперпластификатора Master Glenium 27 на показатели прочности на сжатие, растяжение и модуль упругости фибробетона на 28-й день. Результаты этих экспериментальных исследований представлены на рисунке 7.

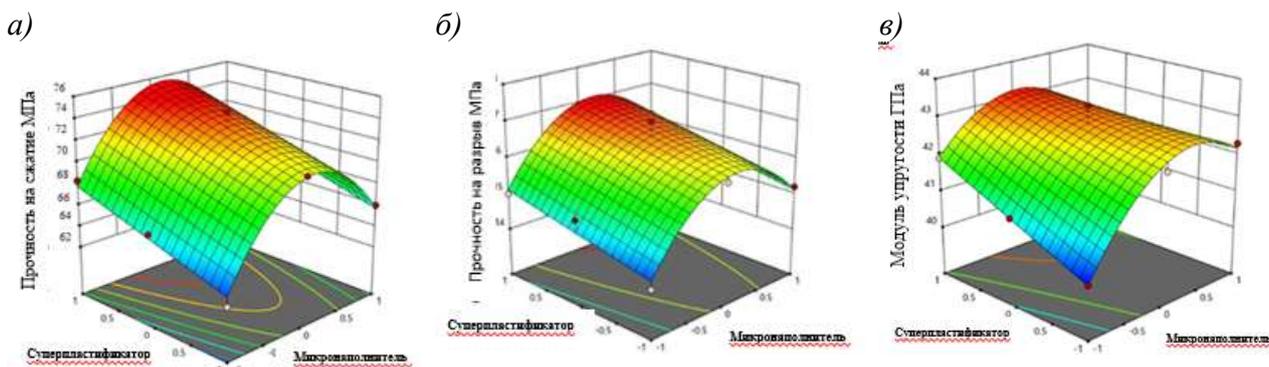


Рисунок 7. Зависимость прочности на сжатие и растяжение, а также модуля упругости базальтофибробетона от количества микродобавки и суперпластификатора (СП): а – прочность на сжатие; б – прочность на растяжение; в – модуль упругости

Основными характеристиками самоуплотняющихся бетонных смесей (СУБ), определяющими качество изготавливаемых из них конструкций, являются технологические и реологические показатели. В связи с этим для изучения реологических свойств разработанных составов СУБ проведён ряд экспериментальных исследований. Чтобы определить влияние композиционного вяжущего на реологические свойства фибробетонной смеси, были сопоставлены реограммы водно-цементных систем со следующими составами: а) вода + ПЦ; б) вода + ПЦ + СП; в) вода + ПЦ + ФК; г) вода + КВ фибробетонные смеси (рис. 8).

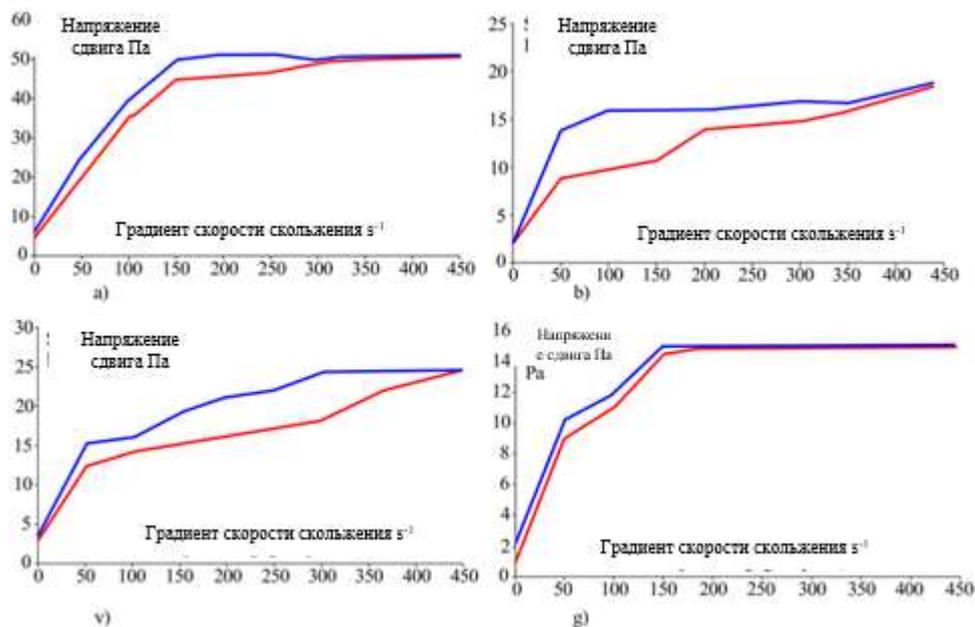


Рис. 8. Реограммы фибробетонных смесей

Результаты экспериментальных исследований показывают следующее: максимальная начальная вязкость характерна для системы «вода + ПЦ», тогда как минимальная (почти нулевая) — для системы «вода + КВ». Системы «вода + ПЦ + СП» и «вода + ПЦ + ФК» занимают промежуточное положение по данному контролируемому показателю. При этом фибробетонная смесь на основе КВ имела минимальное значение напряжения сдвига, что полностью соответствует основной цели проектирования СУБ.

Результаты комплексных исследований реологических свойств бетонных смесей, приготовленных по составам, приведённым в таблице 1, представлены на рисунке 9.

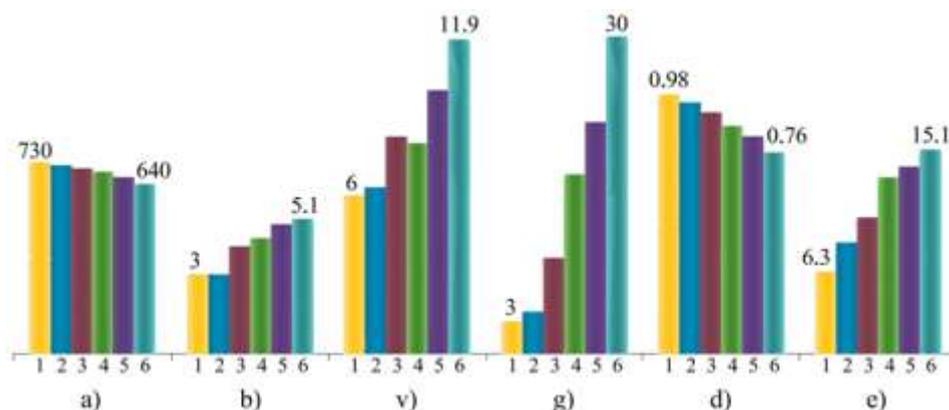


Рисунок 9. Реологические характеристики самоуплотняющихся бетонных смесей 1,2,3,4,5,6 — соответственно составам 2, 4, 5, 6, 8 и 9, приведённым в таблице 4.1; а — распространение стандартного конуса, мм; б — распространение за 50 см; в — время прохождения через воронку V-симона, с; г — текучесть через U-симон ящик, H₂-H₁; д — способность преодолеть сопротивление арматурных стержней в L-симон ящике, H₂/H₁; е — стабильность отслоения, %

Анализ полученных данных показал, что все самоуплотняющиеся бетонные смеси на основе композиционного вяжущего (КВ) соответствуют международным требованиям EFNARC (2002) по показателям текучести и устойчивости к расслоению.

Экспериментальное исследование ударной вязкости базальтофибробетона имеет важное значение и было проведено в соответствии со стандартизованным методом. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 10.

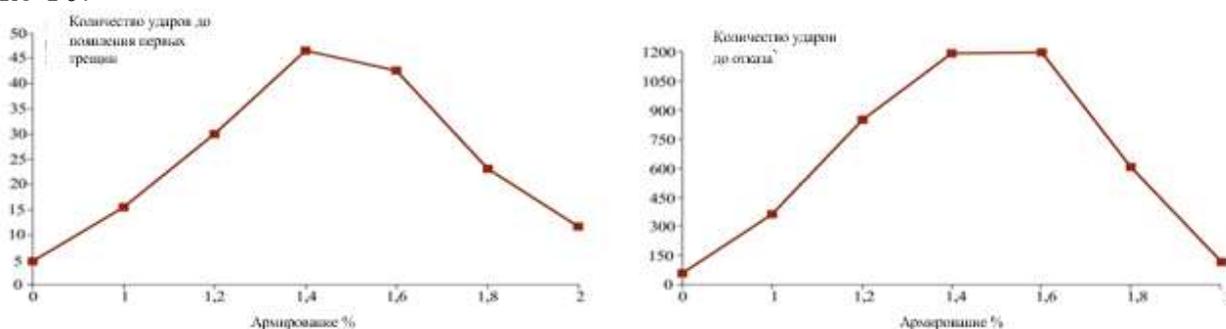


Рисунок 10. Зависимость ударной вязкости базальтофибробетона от содержания фиброволокна в составе

Проведённые исследования показали, что трещиностойкость самоуплотняющегося базальтофибробетона может быть до 9 раз выше по сравнению с самоуплотняющимися бетонами (СУБ), не содержащими фиброволокна.

Для изучения и сравнительного анализа пористой структуры самоуплотняющегося базальтофибробетона были изготовлены стандартные образцы по составам, приведённым в таблице 1, и испытаны после 28 суток

твердения. Пористость образцов определялась с использованием ртутного порозиметра Pascal 240 EVO.

Результаты проведённых экспериментальных исследований представлены на рисунке 11.

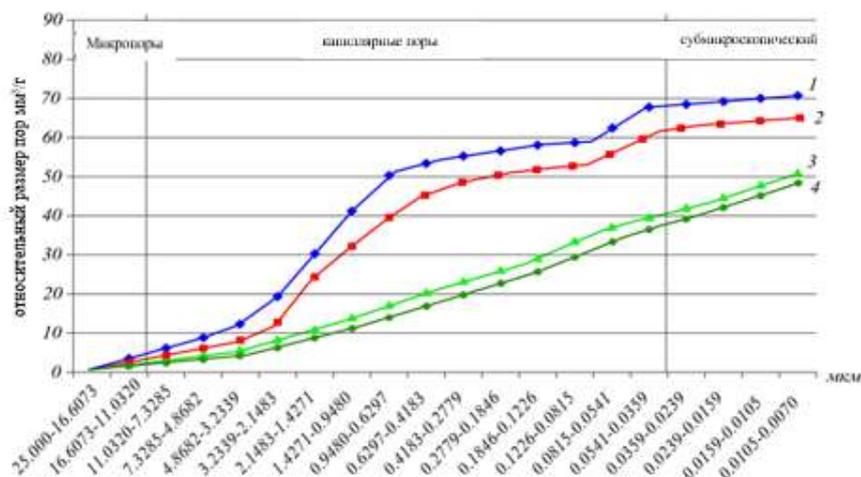


Рисунок 11. Интегральные кривые пористости самоуплотняющегося мелкозернистого бетона и фибробетона

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что самоуплотняющийся бетон на основе цементного вяжущего без добавок обладает наибольшей пористостью. Введение суперпластификатора в состав СУБ значительно снижает его пористость за счёт резкого уменьшения водопотребности бетонной смеси.

Пористость самоуплотняющегося бетона, полученного на основе композиционного вяжущего (КВ), резко уменьшается. Если сравнить суммарную макро- и капиллярную пористость данного СУБ с аналогичным показателем бетона на основе цементного вяжущего без добавок, можно отметить почти двукратное снижение пористости.

Можно предположить, что разработанный новый композит — самоуплотняющийся базальтофибробетон — благодаря своей более плотной структуре будет обладать также улучшенными эксплуатационными характеристиками. Для подтверждения данного предположения были проведены экспериментальные исследования по изучению водонепроницаемости и морозостойкости разработанного базальтофибробетона. Результаты проведённых экспериментальных исследований приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Результаты испытаний образцов самоуплотняющегося бетона на водонепроницаемость

Сос тав №	Тип бетона	Средняя плотность, кг/м ³	Глубина проникновения воды, h, мм	Коэффициент фильтрации, Кф, см/с	Марка, W
1	СУБ (ПЦ)	2405	30	-	>W10
2	СУБ (ПЦ+СП)	2410	24	-	>W12
3	СУБ (КВ+СП)	2420	13	-	>W18
4	СУБ (КВ+СП+БФ)	2425	10	-	>W20

В результате проведённых исследований установлено, что самоуплотняющийся бетон на основе композиционного вяжущего, дисперсно армированный базальтовым фиброволокном, обладает водонепроницаемостью, в 2 раза превышающей аналогичный показатель самоуплотняющегося бетона на основе портландцемента без добавок.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов самоуплотняющегося бетона на морозостойкость

Соста в №	Тип бетона	Средняя плотность, кг/м ³	"Относительное увеличение разности объёмных деформаций бетона и стандартных образцов", $\Theta \cdot 10^{-3}$	Марка, F
1	СУБ (ПЦ)	2405	0,28	F400
2	СУБ (ПЦ+СП)	2410	0,25	F400
3	СУБ (КВ+СП)	2420	0,17	F450
4	СУБ (КВ+СП+БФ)	2425	0,15	F500

Анализ полученных результатов показывает, что самоуплотняющийся бетон на основе композиционного вяжущего, дисперсно армированный базальтовыми фиброволокнами, обладает маркой по морозостойкости на 25 % выше по сравнению с самоуплотняющимся бетоном на основе портландцемента без добавок.

Данный эффект можно объяснить следующими соображениями: в самоуплотняющемся бетоне, дисперсно армированном базальтовыми фиброволокнами, последние равномерно распределены по объёму микроструктуры композита и ориентированы в различных направлениях. Это приводит к упрочнению матрицы материала, уменьшению общего объёма пор и одновременно увеличению количества закрытых пор. Известно, что такие структурные особенности оказывают положительное влияние на морозостойкость самоуплотняющегося базальтофибробетона, способствуя существенному увеличению числа циклов замораживания и оттаивания, которые выдерживает материал без потери прочности.

В пятой главе диссертации — **«Разработка технологии самоуплотняющегося базальтофибробетона и внедрение в производство»** — рассмотрены вопросы внедрения разработанного нового состава самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего (КВ) в производство, технико-экономического обоснования данной инновационной технологии, а также показаны новые эффективные возможности её применения в строительстве.

Производство самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе КВ предусматривает выполнение следующих основных технологических процессов: 1. Помол компонентов КВ — портландцемента, цеолитсодержащей горной породы и кварцевого песка — во вибрационной мельнице до достижения удельной поверхности $S_{уд}=3500-4000 \text{ см}^2/\text{г}$

2. Приготовление самоуплотняющейся бетонной смеси в бетонномесителе путём совместного перемешивания КВ, суперпластификатора, воды и базальтового фиброволокна.

3. Контроль качества готовой самоуплотняющейся базальтофибробетонной смеси перед применением.

В основу технологической схемы (рис. 12) положен промышленный потоковый процесс приготовления бетонной смеси и изготовления изделий на её основе, который может быть реализован с минимальными изменениями существующей технологической линии.

Сущность технологической схемы заключается в следующем: исходные материалы доставляются на завод автомобильным транспортом. В участке приготовления композиционного вяжущего необходимое количество портландцемента, цеолитсодержащей горной породы и кварцевого песка загружается во вибрационную мельницу. Продолжительность процесса получения КВ может варьироваться в зависимости от мощности мельницы и размеров смесительных элементов.

Поскольку при работе дробильного агрегата температура может превышать 100 °С, суперпластификатор не вводится в процессе совместного помола, а добавляется на следующем этапе — непосредственно в бетонномеситель вместе с водой.

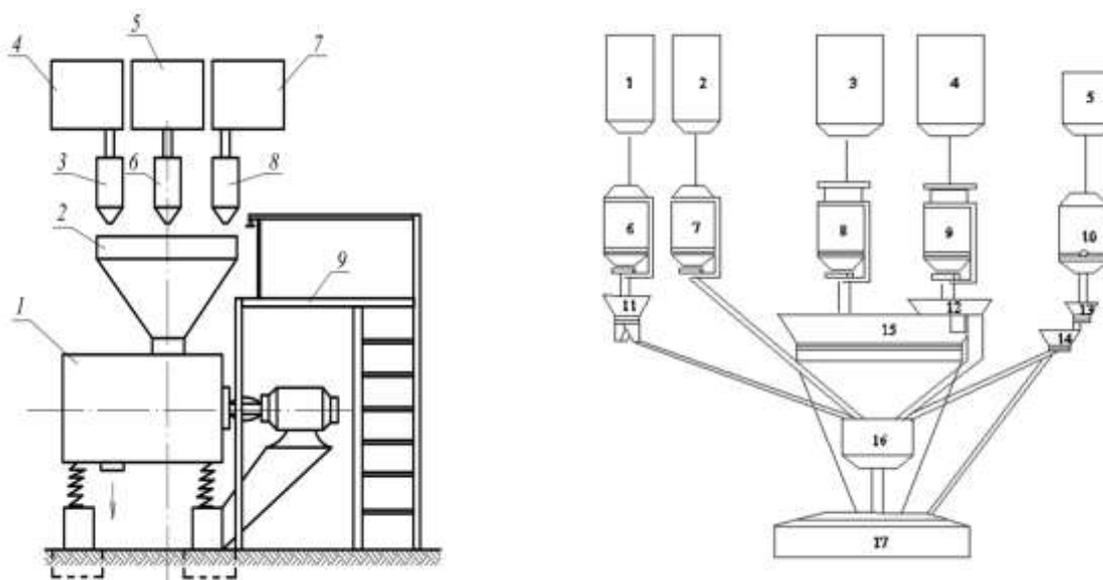


Рисунок 12. Технологическая схема производства композиционного вяжущего (КВ) и самоуплотняющегося базальтофибробетона на его основе
а) приготовление композиционного вяжущего (КВ)
б) производство самоуплотняющегося базальтофибробетона

На последующем этапе подготовленные компоненты — композиционное вяжущее, мелкий заполнитель, вода, суперпластификатор и фиброволокно — дозируются по массе и загружаются в бетонномеситель. После совместного перемешивания в течение 9–10 минут получается однородная смесь базальтофибробетона.

Далее готовая смесь проходит контроль качества и поступает в бункер временного хранения. Из бункера базальтофибробетонная смесь объёмным дозатором загружается в автобетоносмеситель и направляется к потребителю.

Производственное внедрение самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего (КВ) было осуществлено на заводе железобетонных изделий предприятия ООО «НОКИС ТББЗ». В период с 01.03.2025 г. по 01.08.2025 г. была изготовлена опытно-промышленная партия из 200 штук буронабивных свай типа СМ10-35-1Т3. Самоуплотняющийся базальтофибробетон на основе КВ готовился в лопастном бетоносмесителе объёмом 1,27 м³ с строгим соблюдением требований разработанного «Технологического регламента». Для изготовления свай типа СМ10-35-1Т3 применялась смесь базальтофибробетона марки по распылу конуса SF2. При производстве свай из самоуплотняющегося базальтофибробетона расчётами было предусмотрено сокращение рабочей арматуры на 40 %, то есть вместо четырёх стержней Ø16 А-III использовались четыре стержня Ø10 А-III. В процессе формования свай типа СМ10-35-1Т3 из самоуплотняющегося базальтофибробетона вибрация не применялась, так как бетонная смесь обладала достаточной текучестью и способностью к самоуплотнению. Учитывая повышенную скорость твердения самоуплотняющегося базальтофибробетона, существующий режим тепловлажностной обработки был скорректирован и осуществлялся по следующему сокращённому циклу:

предварительное выдерживание — 3 ч; подъём температуры до 75 °С — 2 ч; изотермическая выдержка — 2 ч; охлаждение — 3 ч. Опытно-промышленная партия свай типа СМ10-35-1Т3, изготовленных из самоуплотняющегося базальтофибробетона, представлена на рисунке 13.



Рисунок 13. Буронабивные сваи типа СМ10-35-1Т3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований, выполненных в рамках диссертационной работы на тему «Самоуплотняющийся базальтофибробетон с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе местных материалов», разработанной для получения учёной степени доктора философии (PhD), сформулированы следующие выводы:

1. Научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения самоуплотняющегося бетона, дисперсно армированного базальтовыми волокнами, обладающего высокими прочностными и эксплуатационными характеристиками на основе местных материалов: $R_{сж}=74,6$ МПа, $R_{изг}=16,0$ МПа, $E=41,0$ ГПа, W20, F500.

2. Установлены закономерности взаимосвязи между количеством и дисперсностью компонентов композиционного вяжущего и процессами формирования структуры и свойств модифицированного цементного камня.
3. Показано преимущество использования вибрационной мельницы при проектировании наиболее эффективной технологии получения композиционного вяжущего на основе портландцемента, обеспечивающей его оптимальную активность ($S_{уд}=3500-4000 \text{ см}^2/\text{г}$) при минимальных энергозатратах.
4. При решении задачи оптимизации состава композиционного вяжущего на основе портландцемента по критерию прочностного фактора с применением математического моделирования определены следующие оптимальные количественные соотношения компонентов: портландцемент — 60,9 %, цеолитсодержащая горная порода — 28,5 %, кварцевый песок — 10,6 %, суперпластификатор *Master Glenium 27* — 0,95 %.
5. Анализ микроструктуры цементного камня композиционного вяжущего показал, что поверхность тонкомолотого кварцевого микрозаполнителя при механохимической активации приобретает положительно заряженные активные центры, способствующие дезагломерации частиц цемента. Это усиливает действие поликарбоксилатного суперпластификатора на цементную систему и снижает седиментацию частиц.
6. Установлены реологические характеристики разработанных смесей базальтофибробетона, на основании которых они классифицированы как самоуплотняющиеся бетонные смеси марки SF2.
7. Определено, что трещиностойкость самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего может быть в 9 раз выше, чем у самоуплотняющихся бетонов без фиброволокна.
8. Установлено, что самоуплотняющийся бетон на основе композиционного вяжущего, дисперсно армированный местным базальтовым волокном, по сравнению с аналогичным бетоном на основе чистого портландцемента обладает водонепроницаемостью в 2 раза выше и морозостойкостью на 25 % выше.
9. Разработана технология производства самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего, внедрённая на заводе железобетонных изделий предприятия ООО «НОКИС ТББЗ» в городе Нукус. В рамках промышленного внедрения изготовлена опытная партия из 200 буронабивных свай типа СМ10-35-1ТЗ.
10. Экономическая эффективность производства буронабивных свай типа СМ10-35-1ТЗ из самоуплотняющегося базальтофибробетона на основе композиционного вяжущего составила 703 741 сум за 1 м³ готового изделия. В результате внедрения инновационной технологии себестоимость свай снижена на 15,3 %, а общий экономический эффект от выпуска опытной партии из 200 свай составил 180,75 млн сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.15/31.08.2022.T.73.04 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

UZAKOV SHERBEK AKBAROVICH

**SELF-COMPACTING BASALT FIBER CONCRETE BASED ON
LOCAL MATERIALS WITH IMPROVED PERFORMANCE PROPERTIES**

05.09.05 - Building materials and products

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2025.4.PhD/T6075

The dissertation has been prepared at the Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation is posted languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tstu.uz) and the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor: **Maxamataliyev Irkin Muminovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Khasanov Bakhrudin Baratovich**
doctor of technical sciences, professor

Kasimov Ibrahim Irkinovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Karakalpak State University**

The defense of the dissertation will take place on «14» january 2026 at 14⁰⁰ oclck at the meeting of Scientific Council DSc.15/31.08.2022.T.73.04 at Tashkent state transport university (Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-5754, e-mail: rectorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registration number № 304). (Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66)

Abstract of the dissertation sent out on «30» december 2025 year
(Mailing report № 27 on «30» december 2025 year).

A.I. Adilkhodjayev
Chairman of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

U.Z. Shermukhamedov
Scientific secretary of the Scientific Council
for the awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, associate professor

A.A. Ishankhodjayev
Chairman of the scientific seminar of the
Scientific Council for the awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The purpose of the study Development of the Composition and Technology of Self-Compacting Basalt Fiber-Reinforced Concretes Based on Composite Cement Binders with Improved Performance Properties Using Local Materials

Tasks of the research:

to study and analyze the current state of the use of self-compacting concretes in construction practice, as well as to identify existing problems in the technology of such concretes;

to determine the qualitative indicators of the raw materials and select appropriate research methods;

to investigate the self-compacting basalt fiber-reinforced concrete based on composite cement binder at the microstructural level;

to study the self-compacting basalt fiber-reinforced concrete based on composite cement binder at the macrostructural level and to develop its optimized composition;

to develop the technology of self-compacting basalt fiber-reinforced concrete based on composite cement binder and implement the developed new composition and technology in production;

to determine the technical and economic efficiency of the developed composition of self-compacting basalt fiber-reinforced concrete based on composite binder and to identify promising areas for its use in construction.

The object of research is self-compacting basalt fiber-reinforced concrete, dispersely reinforced with basalt fiber and produced on the basis of a composite cement binder.

The subject of research includes the patterns of structure formation, the composition, properties, and technology of self-compacting basalt fiber-reinforced concrete, dispersely reinforced with basalt fiber and produced using a composite cement binder.

Research methods. The research employed modern methods of physico-chemical analysis, standardized methods for studying the properties and determining the quality indicators of cement concretes, as well as the method of mathematical planning of experiments for optimizing the compositions and technological parameters of cement concretes. In addition, statistical methods were used to analyze and process the results of experimental studies.

The scientific novelty of the study is as follows:

For the first time, the composition and technology of self-compacting basalt fiber-reinforced concrete based on a composite binder, characterized by high physical-mechanical and operational properties indicators, and produced using local materials, have been developed (№ UZ IAP 20250063).

It is proven that the negative effect of hydrated lime (formed during the hydration of the cementitious binder) on the strength of basalt fiber can be eliminated by introducing finely ground zeolitic rock and quartz sand, which possess high chemical activity, into the composition of the fiber-reinforced concrete.

the regularities of the mutual dependence between structure formation processes and the properties of modified cement paste with optimal dosage and fineness of composite binder components have been established;

optimal values for the amount of modifying additives introduced as components of a composite binder into the composition of self-compacting fiber-reinforced concrete with basalt fiber reinforcement have been identified, contributing to the improvement of its physical, mechanical, and operational properties.

Implementation of research results. Based on the results of scientific research carried out for the development of the composition and technology of self-compacting basalt fiber-reinforced concrete with improved operational properties, utilizing local materials:

An experimental batch of 200 units of CM10-35-1T3 series bored-driven piles, manufactured using next-generation concrete, has been implemented into production at the "NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI" LLC precast concrete plant. (Reference No. 02/15-3261 dated October 6, 2025, issued by the Association of Construction Materials Industry Enterprises of Uzbekistan). As a result, the production cost of the standard CM10-35-1T3 reinforced concrete piles was reduced by 15.3%. The economic efficiency achieved through the practical implementation of this development amounted to 703,741 UZS per 1 m³ of the CM10-35-1T3 bored-driven pile.

Furthermore, the production of CM10-35-1T3 bored-driven piles based on next-generation self-compacting basalt fiber-reinforced concrete was successfully launched at the "NO'KIS TEMIR BETON BUYUMLARI ZAVODI" LLC plant. According to the reference from the "Construction Materials Industry Enterprises of Uzbekistan" Association, the total economic impact resulting from the production of 200 piles using self-compacting basalt fiber-reinforced concrete with a composite binder reached 180.75 million UZS.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 117 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, part I)

1. Махаматалиев I.M., Muminov R.B., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. Комплекс модификацияланган майда донадор бетоннинг зарбга чидамлилиги хақида // *Me'morchilik va qurilish muammolari/SamDAQU*, 2025, №2. -b. 159-162. (05.00.00; №14)
2. Махаматалиев И.М., Муминов Р.Б., Узаков Ш.А. Оптимизация состава дисперсно-армированного полипропиленовым фиброволокном мелкозернистого бетона *ENGINEER international scientific journal* 2025 24-April, 14-17b. (Oliy Attestatsiya komissiyasining 2024 yil 30-noyabrdagi 1102-qarori).
3. Muxamataliyev I.M., Ilyasov A.T., Muminov R.B., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. On the complex effect of zeolite-containing rock and superplasticizer masterglenium ace 430 on the microstructure of fine-grained fiber-reinforced concrete with polypropylene fiber // *Science and Education in Karakalpakstan* 2024 №4/2 303-307b (05.00.00; №27).
4. Махаматалиев И.М., Ильясов А.Т., Муминов Р.Б., Худоёров А.А., Узаков Ш.А. О трещиностойкости модифицированного фибробетона с полипропиленовой фиброй на основе цементного вяжущего // “Архитектура, қурилиш ва дизайн илмий-амалий журнали” /ТАҚУ, 2024, -с. 500-504. (05.00.00; №4).
5. Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М., Узаков Ш.А. Мелкозернистый базальтофибробетон на основе местных. Материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами // “Архитектура, қурилиш ва дизайн илмий-амалий журнали” /ТАҚУ, 2023, № 3 200-204. (05.00.00; №4).
6. Шаумаров Н.Б., Узаков Ш.А. Несущая способность предварительно обжатых несущих элементов из тяжелого бетона при однократных динамических нагрузках // “Архитектура, қурилиш ва дизайн илмий-амалий журнали” 2023-йил 4-декабр, /ТАҚУ, 209-214b. (05.00.00; №4).
7. Muxamataliyev I.M., Muminov R.B., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. Features of formation of the microstructure of fine-grained fiber-reinforced concrete with polypropylene fiber based on a multicomponent binder // *Journal of Metallurgical and Materials Engineering Research (JMMER)* 2024 2-dekabr, 1-6 b. (Osiё мамлакатлари нашрлари, 05.00.00; №36).
8. Muxamataliyev I.M., Muxammadiyev N.R., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A., Ilyasov A.T., Jumabaev D.M. Optimal design of the composition of a composite binding agent of a dry construction mixture and a mortar based on it by the method of mathematical planning of experiments // “Theoretical & Applied Science” *International Scientific Journal* 2025 yil 8-iyul 134-140 b. (OAK 3-bet, №35, CrossRef).
9. Muxamataliyev I.M., Muxammadiyev N.R., Ruzmetov F.Sh., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. Performance Properties of Fiber-Reinforced Concrete Particle-

Fiber-Reinforced Fox Polfiber M12 Basf Companies // AIP Conference proceedings 2025-yil, 1-5 b. (OAK 3-bet, №3, Scopus).

10. Maxamataliyev I.M., Ruzmetov F.Sh., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. About the strength characteristics of fiber-fiberreinforced concrete fox polfiber M12 BASF companies // E3S Web of Conf. Том 452, 2023 XV Международная онлайн-конференция “Повышение продуктивности сельского хозяйства и агроэкология – восстановление экосистем” (IPFA 2023 1-5 b). (OAK 3-bet, №3, Scopus).

11. Maxamataliyev I.M., Ruzmetov F.Sh., Xudoyorov A.A., Uzakov Sh.A. Efficient reception of introducing basalt fiber in cement matrix of fiber concrete // V International Scientific Conference Constraction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering CONMECHYDRO 2023 AS December 2023. 1-7 b. (OAK 3-bet, №3, Scopus).

II бўлим (II часть, part I)

12. Махаматалиев И.М., Илясов А.Т., Умаров К.С. Кўп қатламли фибробетон панель // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi № FAP 2023 0454 07.02.2024.

13. Махаматалиев И.М., Худоёров А.А., Узаков Ш.А. "Комплекс модификацияланган базальтофибробетоннинг мустахкамлигини рецептуравий омилларига боғлиқ равишда автоматлаштирилган усулда хисоблаб топиш дастури" // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi № DGU 2023 1453 22.02.2023.

14. Maxamataliyev I.M., Uzakov Sh.A. Mahalliy xomashyo va materiallar asosidagi bazaltfibrobeton Ishlab chiqarish muammolari “Yosh ilmiy tadqiqotchi” II xalqaro ilmiy-amaliy anjumani 27-28 aprel 2023 y. 86-90 b.

15. Махаматалиев И.М., Худоёров А.А., Узаков Ш.А. О свойствах мелкозернистого фибробетона дисперсноармированного базальтовым волокном // “Транспортда ресурс тежамкор технологиялар” халқаро илмий – техника анжумани (2022 йил 2-3 декабрь) 638-641.

16. Махаматалиев И.М., Рuzметов Ф.Ш., Худоёров А.А., Узаков Ш.А. Об оптимизации состава базальтофиброцементной матрицы фибробетона // “Курилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг сейсмик хавфсизлиги” Халқаро миқёсидаги илмий ва илмий-техник конференция 15-17 декабрь, 2022 йил. 256-260 б.

17. Махаматалиев И.М., Рuzметов Ф.Ш., Худоёров А.А., Узаков Ш.А., О рациональном технологическом приеме введения базальтового волокна в цементную матрицу фибробетона // “Замонавий курилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқаришда фан, таълим ва ишлаб чиқариш корхоналари интеграциясини такомиллаштиришнинг ечимлари” илмий-техник конференция 2022 йил, 62-63 б.

Avtoreferat «ToshDTU xabarleri» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o'zaro muvofiqlashtirildi

Qog'oz bichimi 60x84-1/16. Rizograf bosma usuli. Times garniturası.
Shartli bosma tabog'i: 3 b.t. Adadi: 60 nusxa. Buyurtma № 44-24/2025
Nashrga ruxsat etildi:
Toshkent davlat transport universiteti bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lchilar ko'chasi, 1-uy.

