

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

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

ABDULLAYEVA DJAMILYA FAZILIDINOVNA

**KOMPLEKS MODIFIKATSIYALANGAN BOGLOVCHILI
AVTOKLAVLANMAGAN GAZOBETON**

05.09.05 – Qurilish materiallari va buyumlari

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

Toshkent – 2024

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

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

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

Abdullayeva Djamilya Fazilidinovna

Kompleks modifikatsiyalangan boglovchili avtoklavlanmagan gazobeton..... 3

Абдуллаева Джамия Фазилидиновна

Неавтоклавный газобетон с комплексно модифицированным вяжущим. 21

Abdullaeva Djamilya Fazilidinovna

Non-autoclaved aerated concrete with a complex modified binder..... 41

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 44

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

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

ABDULLAYEVA DJAMILYA FAZILIDINOVNA

**KOMPLEKS MODIFIKATSIYALANGAN BOGLOVCHILI
AVTOKLAVLANMAGAN GAZOBETON**

05.09.05 – Qurilish materiallari va buyumlari

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

Toshkent – 2024

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya Komissiyasida _____ 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:

Soy Vladimir Mixaylovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Kondraschenko Valeriy Ivanovich
texnika fanlari doktori, professor

Sattorov Zafar Muradovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Namangan muhandislik-qurilish instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/31.08.2022.T.73.04 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «__» _____ soat ___ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1-uy, _____-aud.

Tel.: (99871) 299-00-01; fax: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz.

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (_____ - raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo‘lchilar ko‘chasi, 1-uy. Tel.: (99871) 299-05-66.

Dissertatsiya avtoreferati 202 yil «__» _____ kuni tarqatildi.
(202 yil «__» _____ dagi _____ 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 qurilish sanoatini rivojlantirishning hozirgi bosqichida energiya samaradorlik, resurs tejamkorlik masalalari energiya manbalari narxi muttasil oshib borayotgan bir vaqtda, ekspluatatsion xususiyatlari yuqori bo'lgan g'ovakli beton buyumlarini ishlab chiqarish muhim masalalardan hisoblanadi. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda, issiqlik elektr stansiyalarida ko'mir yoqish natijasida katta miqdorda chiqindilar hosil bo'lmoqda. Bunday chiqindilarni issiqlik o'tkazuvchanligi past va ishlab chiqarishda kam energiya sarfiga ega bo'lgan ekologik xavfsiz issiqlik izolyasiya materiallarini ishlab chiqishda qo'llash atrof muhitga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Shu jihatdan, avtoklavlanmagan gazobetonning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashda, mineral va kimyoviy modifikatorlarni qo'llash jarayonlariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda gazobetonlarning fizik, mexanik, va kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash, tarkibni optimallashtirish, bog'lovchi komponentni tejash, ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, turli kimyoviy modifikatorlar va mineral to'ldirgichlarni qo'llash natijasida gazobeton massasi plastikligini oshirish, qotish muddatlarini tartibga solish va energiya tejamkor ishlab chiqarish texnologiyasi yaratishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, mahalliy xomashyodan foydalangan holda mustahkamlik xususiyatlari yaxshilangan g'ovakli beton devorbop materiallarining energiya samaradorligini oshirish asosiy ustuvor yo'nalishlardan hisoblanadi. Bunday sharoitda mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilari asosida ishlab chiqarilgan yuqori samaradorlikka ega avtoklavlanmagan gazobeton devorbop materiallarini ishlab chiqish muhim vazifa bo'lib qolmoqda. Shuning uchun turli tabiiy-iqlimiy va tashqi ta'sirlarga chidamli, yuklarni ko'tara oladigan, ekspluatatsion xususiyatlari yaxshilangan, takomillashtirilgan bog'lovchi moddalar asosida yangi ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobeton ishlab chiqish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda mahalliy sanoat chiqindilari asosida, qurilish materiallarini ishlab chiqarish va ularning turlarini, shuningdek, resurs hamda energiya tejamkor texnologiyalarini qurilish sohasiga joriy qilishga qaratilgan keng ko'lamlı chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. "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 zararli gazlar hajmini 20 foizga qisqartirish choralari ko'rilsin..."¹ bo'yicha vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilaridan foydalangan holda energiya tejamkor va ekologik toza, oldindan belgilangan xossalarga ega bo'lgan qurilish materiallarini ishlab chiqarish, mahalliy xomashyo asosidagi resurs tejamkor devorbop buyumlar uchun tarkib va texnologiyalarni yaratish va takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

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.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 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 2022 yil 21 fevraldagi PQ-139-sonli “Uy-joylar qurilishinva qurilish materiallari sanoatini qo‘llab-quvvatlashning qo‘shimcha chora tadbirlarito‘g‘risida”gi qarorlarida nazarda tutilgan va qurilish sanoati bilan bog‘liq boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

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

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Chet el olimlari G.P. Saxarov, L.A. Urxanov, N. Spiratos, T.A. Shukina, G.G. Aminev, S.F. Gladkix, E.N. Leontev, V.P. Chernix, YA.B. Yakimechko, Nguen Txan Tuan, Y.F. Xoust, Charitx Xeratr, O. Richard, Ali Rushdi Axmed Ali, B. Lotxenbach va boshqalar tomonidan avtoklavlanmagan gazobeton uchun mineral va kimyoviy qo‘shimchalardan foydalanish bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlari o‘rganildi va tahlil qilindi.

O‘zbekiston Respublikasida qurilish materiallari sohasida etakchi olimlar — A.I. Adilxodjaev, E.U. Kosimov, I.M. Maxamataliev, N.A. Samigov, A.A. Tulaganov, M.K. Tohirov, U.A. Gaziev, X.X. Komilov, S.I. Kandaxarov, Z.M. Sattorov va boshqalar kimyoviy qo‘shimchalardan foydalangan holda sementli bog‘lovchi materiallarning tarkibini optimallashtirish, sifatini yaxshilash, tannarxini kamaytirish, shuningdek, struktura va xususiyatlarini yaxshilash borasida o‘z hissalarini qo‘shib, muayyan yutuqlar va muhim ilmiy natijalarga erishdilar.

Avval o‘tkazilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, mineral to‘ldiruvchilar va kimyoviy modifikatorlardan foydalanish, kremniy qo‘shimchalari sifatida maydalangan qumlardan foydalanish, mahalliy xom ashyolar asosida ko‘p komponentli tarkiblarni ishlab chiqish va optimallashtirish, ishlab chiqarish texnologiya parametrlarini optimallashtirish, shuningdek, gazobetonidan devorbop konstruksiyalarining tannarxini pasaytirish, sementli bog‘lovchi sarfini kamaytirish va mexanik mustahkamlikni oshirish kabi masalalar etarlicha o‘rganilmagan. SHu bois, mahalliy xom ashyolar asosida kimyoviy va dispers mineral qo‘shimchalar bilan modifikatsiya qilingan kompozitsion materiallarni ishlab chiqish iqtisodiy ahamiyatga ega va texnik jihatdan dolzarb vazifa hisoblanadi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat transport universitetining xalqaro ilmiy tadqiqot loyihasi doirasida amalga oshirilgan. Loyiha "O‘zbekistonda xususiy sektorni rivojlantirish va iqtisodiy siyosat bo‘yicha konsalting" doirasida, jumladan, "Qurilish materiallarini ishlab chiqarish barqarorligi" yo‘nalishiga bag‘ishlangan bo‘lib, uning maqsadi akademik tadqiqotlarni amaliyotdagi sanoat echimlari bilan bog‘lagan holda yashil industriyalashuvni qo‘llab-quvvatlashdir. Loyiha Germaniyaning Federal iqtisodiy hamkorlik va rivojlanish vazirligi (BMZ) nomidan Deutsche Gesellschaft für

Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH tomonidan amalga oshirilmoqda (2024 yil).

Tadqiqotning maqsadi kompozitsion bog'lovchi va maydalangan qum asosida tayyorlanadigan, fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari yaxshilangan avtoklavlanmagan gazobeton tarkibi va ishlab chiqarish texnologiyasini tadqiq qilishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

turli tabiatli mineral to'ldiruvchilardan foydalangan holda avtoklavlanmagan gazobeton ishlab chiqarish uchun kompozitsion bog'lovchi tarkibini ishlab chiqish;

avtoklavlanmagan beton uchun maydalangan kvarts qumining optimal sirt yuzasini aniqlash;

avtoklavlanmagan gazobetonning tarkibini optimallashtirish va ishlab chiqilgan kompozitsion bog'lovchilar asosida texnologik parametrlarini ishlab chiqish;

ishlab chiqilgan avtoklavlanmagan gazobetonning fizik, mexanik, fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini o'rganish.

Tadqiqotning obyekti sifatida kompleks modifikatsiyalangan mahalliy mineral to'ldirgichlar va samarali kimyoviy plastifikator qo'shimchalardan tashkil topgan avtoklavlanmagan gazobeton olingan.

Tadqiqotning predmeti mahalliy mineral to'ldirgichlar va samarali kimyoviy plastifikatordan iborat modifikatsiya qilingan qo'shimchalar kompleksiga ega bo'lgan avtoklavlanmagan gazobetonlarning tarkibi, strukturasi va xususiyatlari tashkil qiladi.

Tadqiqotning usullari. qurilish materiallarini sinovdan o'tkazish uchun standartlashtirilgan usullar, fizik-kimyoviy, matematik-statistik tahlil metodlari hamda zamonaviy matematik modellashtirish usullaridan foydalangan holda amalga oshirildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor V.I. Solomatovning "Kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasi"ga asoslangan xolda, bog'lovchini kompleks modifikatsiyalash yo'li bilan, avtoklavlanmagan konstruksion-issiqlik izolyatsiyalovchi gazobeton uchun tarkibida kremnezyom mavjud komponent sifatida maydalangan daryo qumini ishlatish mumkinligi asoslab berilgan;

ilk bor faol mineral mikroto'ldirgichlardan: uchqindi kulni -15% va mikrokremnezyomni -10%, xamda MasterGlenium ACE 430 giperplastifikatorini bog'lovchi massasiga nisbatan 1% miqdorda kompleks qo'shishni ko'zda tutuvchi maydalangan daryo qumi asosidagi amaldagi standartlar talablariga mos keluvchi avtoklavlanmagan konstruksion-issiqlik izolyatsiyalovchi gazobetonning tarkibi ishlab chiqilgan;

mineral va kimyoviy modifikatorlar kompleksini qo'shishni ko'zda tutuvchi maydalangan daryo qumi asosidagi avtoklavlanmagan konstruksion-issiqlik izolyatsiyalovchi gazobeton kompozit takribini siqilishga mustaxkamligini optimallashtirish imkoniyatlarini beruvchi matematik model ishlab chiqilgan;

tarkibiga mineral va kimyoviy modifikatorlarning kompleks qo'shimchali tarkibida sharli tegirmonda oldindan maydalangan kremnezem komponenti mavjud bo'lgan, avtoklavlanmagan konstruksion-issiqlik izolyatsiyalovchi gazobetonning texnologiyasi ishlab chiqilgan

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Avtoklavlanmagan gazobeton uchun optimal miqdorda faol mineral to'ldiruvchilar va kimyoviy modifikatorlardan iborat kompozitsion bog'lovchilar taklif qilindi. Bu sement sarfini uning faolligini kamaytirmagan xolda 15% ga qisqartirish imkonini berdi;

avtoklavlanmagan gazobeton kompozitsiyalari ishlab chiqilgan bo'lib, u D500 o'rtacha zichlikdagi, siqilishga mustahkamligi 2,7-3 MPa gacha, issiqlik o'tkazuvchanligi 0,12 Vt / m ° S gacha bo'lgan, to'suvchi konstruksiyalar uchun konstruktiv -issiqlik izolyatsion material sifatida foydalanish imkonini beradi;

kompleks modifikatsiyalangan avtoklavlanmagan gazobeton va uning asosida mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqildi.

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

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Dissertatsiya tadqiqotlari natijalarining ilmiy ahamiyati maydalangan qum va takomillashtirilgan bog'lovchidan foydalangan holda modifikatsiyalangan avtoklavlanmagan gazobetonni ishlab chiqishning nazariy asoslarini o'rganishdan, shuningdek uning fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish bilan izohlanadi.

Dissertatsiya tadqiqotlarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, birinchi marta maydalangan qum, mikrokremnezyom va giperplastifikatorni o'z ichiga olgan o'zgartirilgan bog'lovchili avtoklavlanmagan gazobeton tarkibi va uni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi: kompleks modifikatsiyalangan bog'lovchili avtoklavlanmagan gazobeton tarkiblari va texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida:

«Zarif Xasanov 777» MChJ korxonasiida o'rtacha zichligi D500 markali, siqilishga mustahkamligi 2,7-3 MPa gacha, issiqlik o'tkazuvchanligi 0,12 Vt/m°C gacha bo'lgan avtoklavlanmagan gazobeton ishlab chiqarishga joriy qilingan («O'zsanoatqurilishmateriallari» uyushmasining 2024-yil 18-noyabrdagi 04/15-3513-son ma'lumotnomasi). Natijada, uy-joy qurilishi uchun 10000 dona sifati yuqori bo'lgan avtoklavlanmagan devor bloklari ishlab chiqarilgan va yangi tarkibni joriy etishning umumiy iqtisodiy samaradorligi 10000 dona * 3000 = 30 mln so'mni tashkil etdi.

«Zarif Xasanov 777» MChJ korxonasiida ishlab chiqarishga joriy qilingan («O'zsanoatqurilishmateriallari» uyushmasining 2024-yil 18-noyabrdagi 04/15-3513-son ma'lumotnomasi). Natijada, 1 m³ avtoklavlanmagan ko'p komponentli gazobetonni ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi 15 %ni tashkil etgan bo'lsa, nuqsonlari 95 % ga kamaygan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur dissertatsiyada keltirilgan tadqiqot natijalari 6 ta xalqaro hamda 2 ta respublika ilmiy – amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, jumladan 6 ta maqola O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy jurnallarda, shundan 4 tasi mahalliy va 3 ta xorijiy jurnallarda nashr qilingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish qismi, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 100 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotlarining dolzarbligi va zarurati asoslanib, tadqiqot maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, tadqiqot obekti va predmeti belgilanib, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, shuningdek, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Qo'llanilgan materiallarning xossalari va tadqiqot usullari”** nomli ikkinchi bobida foydalanilgan materiallarning xossalari va tadqiqot usullari haqida ma'lumot berilgan: ishlatilgan modifikatorlarning ta'sirini aniqlash uchun fizik-mexanik, fizik-kimyoviy, matematik-statistik usullardan foydalanilgan. Tadqiqot ishida “Ohangaransment” AJ tomonidan ishlab chiqarilgan CEM I 42,5N va CEM II/AK (Z-I) 42,5N markali sementlar, “Angren IES” AJdan uchuvchi kul (0,15 mm), mikrokremnezyom (MK- 85), gaz hosil qiluvchi moddalar - alyuminiy kukuni, kaustik soda, natriy sulfat va polikarboksilat Basf kompaniyasidan giperplastifikator, MasterGlenium ACE 430. Ushbu bobda xalqaro standartlarga muvofiq aniqlangan komponentlarning asosiy xususiyatlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Gazobeton va uning xomashyosi xossalarini aniqlash bo'yicha eksperimental ishlarning asosiy qismi Toshkent Davlat transport universitetining “Bino va sanoat inshootlari qurilishi” kafedrasida laboratoriyasida olib borildi.

Dissertatsiyaning uchinchi **“Ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobeton tarkibini ishlab chiqish va optimallashtirish. Mineral to'ldiruvchi moddalarni tanlash va ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonning fizik-mexanik xususiyatlarini o'rganish”** nomli bobida mineral to'ldirgichlarning faolligi va kimyoviy-mineralogik tarkibiga ko'ra ularni tanlashga uslubiy yondashuv tanlandi. Avtoklavlanmagan gazobeton texnologiyasidagi energiyani tejash resursi kompozitsion bog'lovchilarni ishlab chiqishni nazarda tutadi, bu esa energiya sarfini tejash imkonini beradi. Ushbu jadvalda tarkibida yuqori miqdorda kremniy dioksidi bo'lgan mineral to'ldirgichli kompozitsion bog'lovchi moddani olishga qaratilgan tadqiqotlar o'tkazildi.

Avtoklavlanmagan gazobeton uchun tarkibida kremniy bo'lgan komponentning xomashyo bazasini kengaytirish muammosi juda keskin, chunki mahalliy qum kimyoviy tarkibi va kattaligi bo'yicha talablarga javob bermaydi. Ma'lumki, avtoklavlanmagan gazobeton texnologiyasida ishlatiladigan tarkibida kamida 90%

SiO₂ bo'lgan kvars qumlari bo'lishi va ularning tavsiya etilayotgan sirt yuzasi 2000-2500 sm²/gr bo'lishi kerak.

Universitetimizda A.I. Adilxo'jaev va uning shogirdlari rahbarligida mineral to'ldirgichlarning sirt faolligi xossalarini hisobga olgan holda, faolligi bo'yicha qator tadqiqotlar o'tkazildi.

Mualliflar o'z ishlarida keltirilgan gidravlik faollik koeffitsientini hisobga olgan holda mineral to'ldiruvchilarning faolligini ko'rib chiqishni taklif qildilar:

Taklif etilgan tasnifga ko'ra, tadqiqotga qabul qilingan Ppga mezoni bo'yicha mineral to'ldirgichlar quyidagi turlarga tegishli: kul - faol, mikrokremnezyom-o'ta faol. Ushbu mineral to'ldirgichlarni tanlash tarkibida faol SiO₂ bo'lganligiga asoslangan edi.

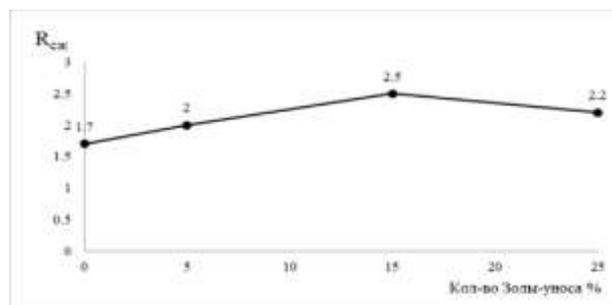
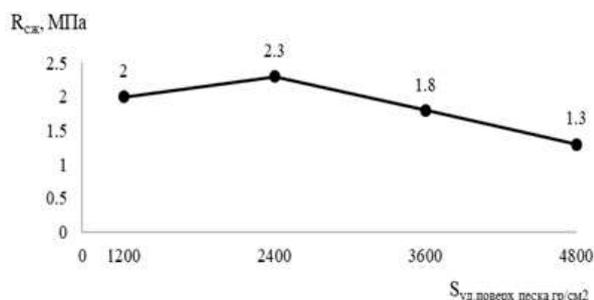
1-jadval

Qo'yliq kar'eri qumining optimal sirt yuzasini aniqlash

№	Sement	Qum S _s =1200	S _s =2400	S _s =3700	MK	Kul	S	GP	S/Q	Al,%	Na ₂ SO ₄	NaOH	Rsiq
1	1080	816			120	144	980,5	1	0.454	1,5	1	1	2,0
2	1080		816		120	144	1100,5	1	0.509	1,5	1	1	2,3
3	1080			816	120	144	1165	1	0.539	1,5	1	1	1,8

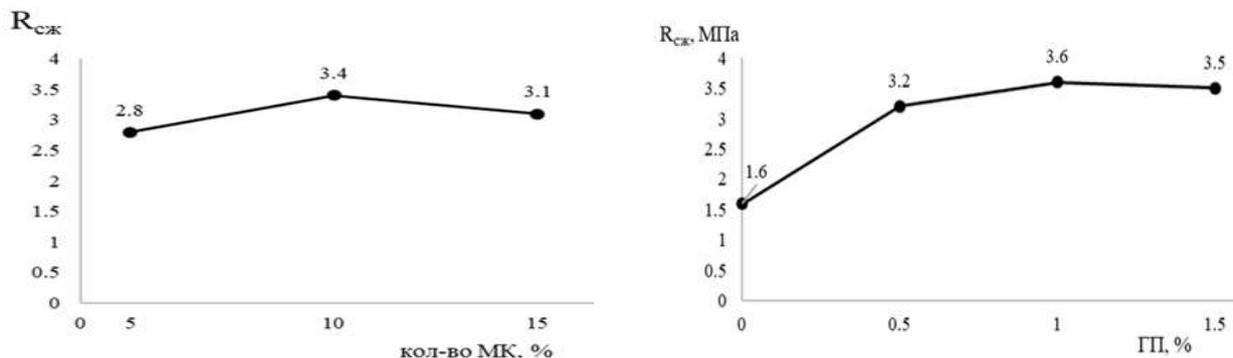
Keyingi tajribalarda 1-jadvalga muvofiq optimallashtiriladigan komponent o'zgartirildi, qolganlari esa doimiy qabul qilindi.

To'ldiruvchi ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonni tuzilishini shakllantirishda muhim omil bo'lib, ishlab chiqarishning an'anaviy texnologiyasi tarkibida 90% dan ortiq SiO₂ bo'lgan kvars qumidan foydalanishni nazarda tutadi, Toshkent shahridagi ishlab chiqarish korxonalarida foydalanilayotgan qum tahlili quyidagi kamchiliklarni aniqladi - silikon dioksid miqdori past va katta hajmdagi modul qum. Tarkibida to'ldirgich bo'lgan normativ kremniy yo'qligi sababli, ishlab chiqaruvchilar bilan bir xil qumdan foydalanish to'g'risida qaror qabul qilindi, bunda uning kattaligi moduli va loy va loy zarralari tarkibini sharli tegirmonda maydalash yo'li bilan kamaytirildi. Qo'yliq kar'erining qum sirt yuzasiga qarab avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamligini tekshirish natijalari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Qo'yliq karerining maydalangan qumi va kulning avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamligiga ta'siri

Olingan ma'lumotlar tahlili qum sirt yuzasining ko'payishi avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamligiga ijobiy ta'sir ko'rsatganini ko'rsatdi, bu esa uning solishtirma yuzasi ko'paytirilganda faol markazlar soni ko'payishi, shuningdek, yirik donalarning yo'qligi hovuzlararo parda nuqsonini kamaytirishi bilan bog'liq. Shunday qilib, biz $S_{ss} = 2400 \text{ sm}^2/\text{gr}$ bo'lgan qumdan foydalanishga qaror qildik.



2-rasm. Sirt yuzasi $8700 \text{ gr}/\text{sm}^2$ bo'lgan mikrokremnezem va GP tarkibli gazobeton mustahkamligi

Ikkinchi bosqichda ko'p komponentli, bog'lovchi tarkibni optimallashtirish bo'yicha faol mineral to'ldiruvchilarning avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamlik xususiyatlariga ta'siri o'rganildi. Natijalar 2-rasmda keltirilgan.

Natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki, sement massasining 15 foizi miqdoridagi kulning kiritilishi avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamligini oshiradi. Ko'rinishidan, bu yuqori miqdordagi kremniy dioksidi bo'lgan to'ldirgichning faolligi avtoklavlanmagan gazobetonning fizik-mexanik xususiyatlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, miqdorning yanada ko'payishi mustahkamlikning pasayishi S/Q ni oshishi bilan izohlanadi. Avtoklav bo'lmagan gazobetonining mustahkamligi natijalari shuni ko'rsatadiki, mikrokremnezemni 5-10% miqdorda kiritish mustahkamlikni 2,8 Mpa dan 3,2 Mpa gacha oshirish imkonini beradi. 3-jadval

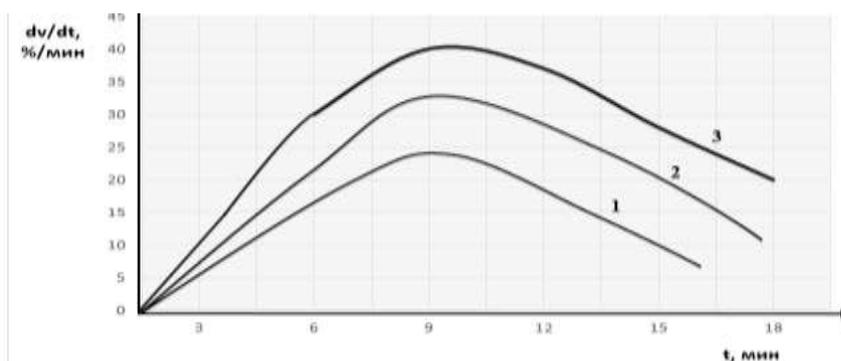
Mikrokremnezyomning sement tizimiga kiritilishi gidrat fazalarining kristallanish xususiyatini sezilarli darajada o'zgartiradi, mikrokremnezyomning miqdori va tarkibidagi SiO_2 miqdori ortishi bilan portlandsementning gidratatsiya darajasi oshadi. Mikrokremnezyomning portlandsement bilan kimyoviy o'zaro ta'siri natijasida past asosli kalsiy gidrasilikatining ko'payishi sement toshining mustahkamligini oshirishga olib kelmoqda, biroq faol mineral qo'shimchaning ko'payishi bilan suv sarfi oshib borayotgani kuzatildi. Shu bois eksperimental tadqiqotlarning keyingi bosqichida superplastifikatorlar va giperplastifikatorlar ro'yxatini tahlil qildik. Bunda biz ikkita omilga tayanganimiz, bu suvga bo'lgan talabchanlikni pasaytirishi va qotish jarayoni va mustahkamlikni oshirish jarayonlarini tezlashtirishi. Bizning fikrimizcha, eng maqbuli Basf kompaniyasining MasterGlenium 430 giperplastifikatori hisoblanadi. Ushbu giperplastifikatorning avtoklavlanmagan gazobetonni tarkibidagi maqbul miqdori 2-rasmda keltirilgan.

Avtoklavlanmagan gazobetonning g'ovaklararo to'siq tuzilishini yaxshilash to'g'ridan to'g'ri S/Q ga bog'liq, shuning uchun giperplastifikatorlarni qo'llash avtoklav bo'lmagan gazobetonni tuzilishining ajralmas qismi hisoblanadi.

1% giperplastifikatorning kiritilishi mustahkamlikning sezilarli o'zgarishiga olib keladi, giperplastifikator miqdorining yanada ko'payishi ko'rsatkichlarning sezilarli darajada oshishiga olib kelmaydi, shu sababli maqsadga muvofiq emas deb hisoblanadi, bundan tashqari giperplastifikatorning ortiqcha miqdori aks etish effektiga olib keladi, bu sement toshining gidratatsiya jarayonini sekinlashtiradi va gazobeton strukturasi qovakligini pasaytiradi.

Giperplastifikatorlardan foydalanish plastiklikni yaxshilaydi, qotish vaqtini qisqartiradi, suvni ushlab turadi, sement donlarini faollashtirib bog'lovchilik xususiyatlarini oshiradi.

Alyuminiy kukuni, ishqor va natriy sulfatining qotish jarayonini tezlashtiruvchi sifatida maqbul miqdorini aniqlash natijalari 3-rasm da keltirilgan.

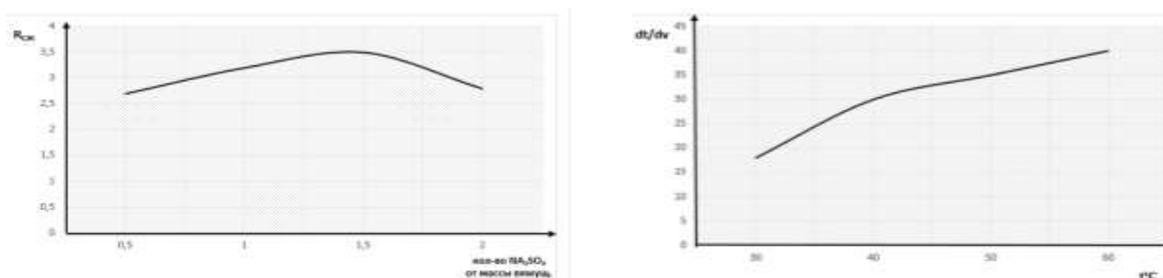


3-rasm. Tarkibdagi Al va NaOH ning gazobeton aralashmasining ko'tarilish kinetikasiga ta'siri

Gazobeton aralashmasining eng katta ko'tarilish ko'rsatkichi 2 va 3 tarkibda bo'ldi. Tarkibida qattiq modda massasining 1,5%i miqdorida alyuminiy kukuni va ishqor bo'lgan 2- tarkib gazobeton ko'tarilishi uchun etarlicha yopishqoqlikka ega.

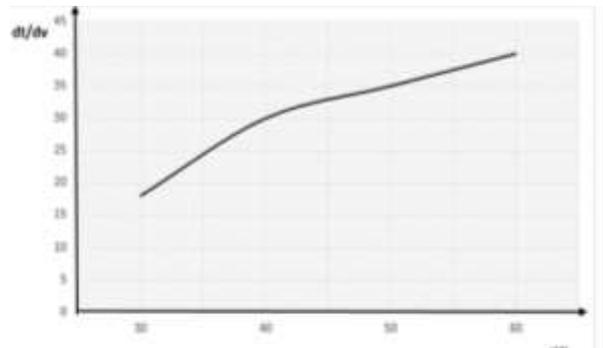
Ko'tarilish jarayonlarini tartibga solish ko'p tomonlama xususiyatlarga ega va ko'plab omillarga bog'liq. Ko'tarilgan massaning cho'kib ketishini oldini olish va bir tekis g'ovakli strukturani yaratish uchun qotishni tezlashtiruvchi moddalardan foydalanish maqsadga muvofiq. Biz natriy sulfatni maqbul deb tanladik, uning ta'siri shundan iboratki, Ca(OH)_2 kalsiy gidroksidi bilan gidratatsiya mahsulotlari bilan o'zaro ta'sir qilganda Na_2SO_4 natriy sulfat gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi, bu sement gelidan yangi kristallarni xosil bo'lish jarayonini tezlashtiradi. 6-jadvalda natriy sulfatning kompozitsion bog'lovchilik avtoklavlanmagan gazobetonning mustahkamlik ko'rsatkichlariga ta'siri bo'yicha tarkiblar keltirilgan.

Natijalarni grafik bog'liqligi 4-5-raslarda taqdim etilgan.



4-rasm Natriy sulfat va haroratning avtoklavlanmagan gazobeton mustahkamligiga ta'siri

Olingan natijalar tahlili ko'p komponentli bog'lovchi uchun Na_2SO_4 maqbul miqdori (1%) doirasida ekanligini ko'rsatadi. Na_2SO_4 miqdorini bundan oshirish qotosh jarayonlarini tezlashtirib yuboradi, bu esa ko'tarilish va g'ovaklar xosil bo'lish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi. tarkibga 1% Na_2SO_4 qo'shilishi hajmni 30-35%ga oshishiga va qotishiga olib keladi, bunda cho'kish va avtoklavlanmagan gazobeton strukturasi buzilishining oldi olinadi.



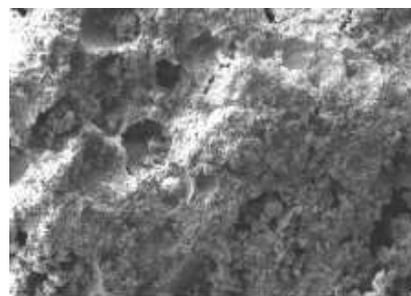
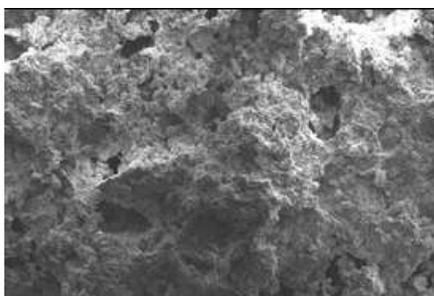
5-rasm. Aralashtirish vaqtining gazobeton qorishmasi hajmini oshirishga ta'siri.

Kompozitsion bog'lovchini avtoklavlanmagan gazobetonning fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalariga tadqiq etish jarayonida gazobeton aralashmasini tayyorlashning texnologik parametrlari ham optimallashtirildi. Aralashmaning optimal harorati $50-55^{\circ}\text{C}$ bo'lib, bunda gaz ajralishi faollashadi.

Gaz hosil bo'lish intensivligiga va hosil bo'lgan gazning aralashmada bir tekis taqsimlanishiga aralashtirish omili ta'sir qiladi, uch daqiqa davomida mexanizatsiyalashgan aralashtirish usulida, massani gaz bilan maksimal darajada ta'minlanishi va bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi.

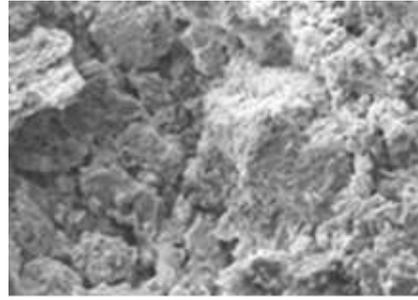
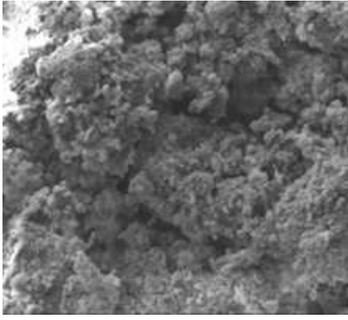
Ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonning strukturaviy tuzilish jarayonlarini tadqiq etish

Tarkibida kremniy bo'lgan qo'shimchalarning kompozitsion bog'lovchilar tuzilishiga ta'sirini o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir. Sement toshining fizik-mexanik tavsiflari to'g'ridan to'g'ri uning tarkibi, yangi gidrat o'zaklarining kristallanish va g'ovaklilik darajasi materialning mikrostrukturasi belgilaydi.

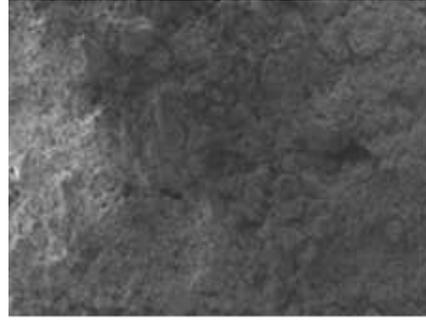
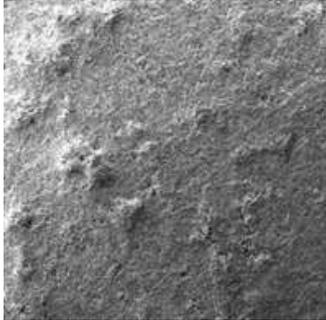


Rasm 6. 28 sutkalik qo'shimchalarsiz sement toshi yuzasining mikrofotografiyalari

6-rasmda qo'shimchalarsiz sement toshining kesim yuzasi mikrofotografiyasi tasvirlangan. Ko'rinib turibdiki, u tangachali polikristal qatlamlardan tashkil topgan alohida agregat bloklardan iborat, ularga aniq parallel qatlam ko'rinishi xosdir. Kesim tekisligi qatlam hosil qiluvchi tangachalar orasidan o'tadi.



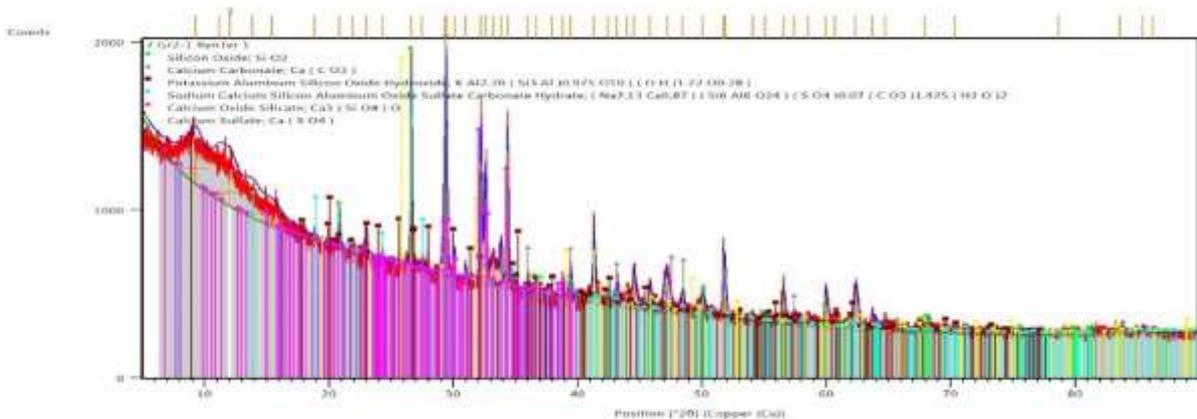
7-rasm. 1 sutkali ko'p komponentli sement bog'lovchining kesimi yuzasi mikrofotografiyalari



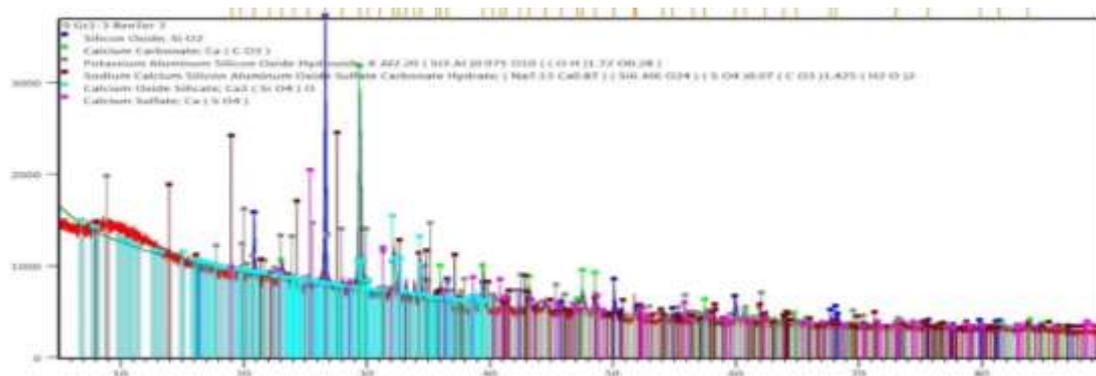
8-rasm. 28 sutkali olingan ko'p komponentli sement bog'lovchining kesim yuzasi mikrofotografiyalari

Kompozitsion bog'lovchilar namunalarida 1 sutkalik qotish bosqichida (7-rasm) sement toshining mikrostrukturasi kristall shakllari aniq namoyon bo'lgan yangi xosil bo'luvchi o'zaklarsiz bo'sh matritsasi bilan tavsiflanadi. 28 sutkada (8-rasm) matritsalarining mikrostrukturasi asosan zich va mayda donali faza bilan ifodalanadi, uning asosiy elementlari ignali kristallogidratlardir.

Bir vaqtning o'zida qo'shimchalarsiz sement toshi va turli kremniy tarkibli qo'shimchalar bo'lgan kompozitsion bog'lovchilar rentgenofazaviy mikroskop yordamida tahlil qilindi. Qo'shimchalarsiz bo'lgan sement toshi difraktogrammasida (9,10-rasm) asosiy gidratlar: Ca(OH)_2 , CSH tipidagi Ca gidrosilikatlari, Ca gidroalyuminatlari liniyalari mavjud.

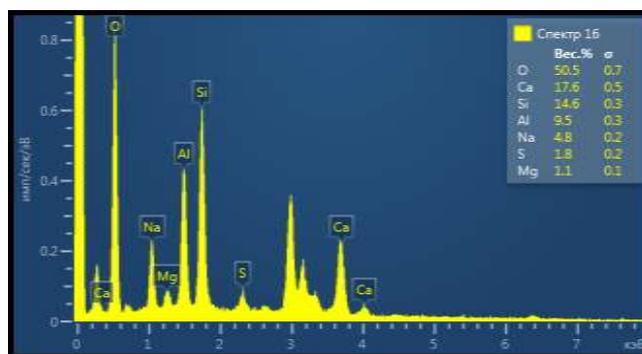
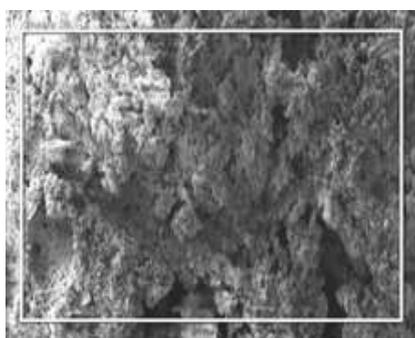


9-rasm. 28 sutkalik qo'shimchalarsiz sement toshining difraktogrammalari

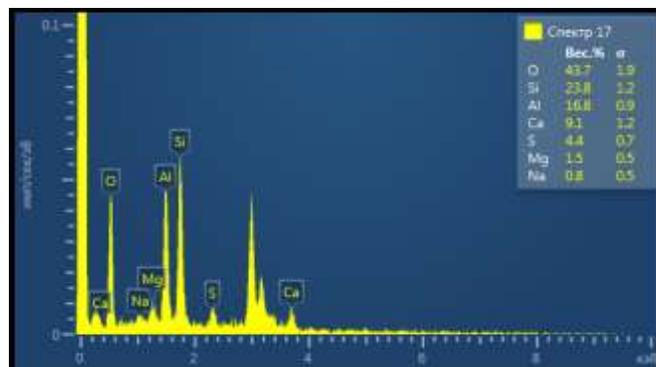
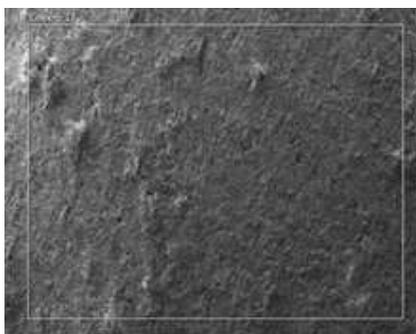


10-rasm. 28 sutkalik ko‘p komponentli bog‘lovchining difraktogrammasi

Olingan ma’lumotlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, qotishning dastlabki muddatlarida mikrokremnezyom qo‘shilgan kompozitsion bog‘lovchi yanada intensiv gidratlanadi.



11-rasm. 28 sutkalik sement toshi kesim sirtini tahlili



12-rasm. 28 sutkali kompozitsion bog‘lovchi asosidagi sement toshi kesim yuzasini tahlili

Qotishning 28 sutkasida mikrokremnezyom qo‘shilgan namuna klinker minerallari eng to‘liq gidratlanishini ko‘rsatdi; perlit qo‘shilgan namunaning mineralogik tarkibi klinker minerallarining maqbul nisbatiga ega bo‘ladi.

Bir vaqtning o‘zida asosiy elementlar (Ca, Si, Al, Fe va boshqalar) ning taqsimlanishini o‘rganish uchun sement toshi va mikrokremenezemli kompozitsion bog‘lovchilar sirtining rentgenospektral mikrozonadal tahlili o‘tkazildi (11-12-rasm).

Spektral tahlil (15-16-rasm) shuni ko‘rsatadiki kompozitsion bog‘lovchilar asosidagi sement toshida qo‘shimchalarsiz bo‘lgan sement toshiga nisbatan Sa miqdori tabiiy ravishda kamayadi va bir vaqtning o‘zida Si va Al miqdori oshmoqda. Asosiy elementlar quyidagilardan iborat: O, Si, Ca, Al, demak, gidratatsiya jarayonida, SiO_2 , CaO; Al_2O_3 oksidlari hosil bo‘ladi. Qo‘shimchalarsiz sement toshidagi CaO miqdori

kompozitsion bog'lovchi asosidagi sement toshiga nisbatan ko'proq, bunda kompozitsion bog'lovchi asosidagi sement toshida CaO miqdori kamayadi.

Ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonni texnologiyasini ishlab chiqish va optimallashtirish» nomli dissertatsiyaning to'rtinchi bobida ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonni tarkibini optimallashtirish va ishlab chiqarish, hamda ekspluatatsion xususiyatlari o'rganildi.

Tajribalarni o'tkazishda barcha omillar (kirish parametrlari: X1 - S/Q, X2 - ishqor miqdori, X3 - alyuminiy pastasi miqdori, X4 - mineral to'ldiruvchi miqdori uch darajada - asosiy (0), pastki (-1) va yuqori (+ 1) oraliqlarda o'zgarib turardi. Tajriba rejasiga kiritilmagan omillar doimiy qabul qilingan. Eksperimentlar hal etilayotgan vazifaning to'rtta omili va sharoitiga qarab V4 reja bo'yicha o'tkazildi

Yuqorida bayon etilganlarni hisobga olgan holda, chiqish parametrlari (o'rtacha zichlik va siqilishga mustahkamlik) tekshirilayotgan omillarga bog'liqligining matematik modeli olingan:

o'rtacha zichligi:

$$Y_1 = 283,02 - 27,22 \cdot X_1 - 11,57 \cdot X_2 - 175,21 \cdot X_3 + 57,15 \cdot X_4 + 54,7 \cdot X_1^2 + 121,78 \cdot X_2^2 + 64,48 \cdot X_3^2 + 55,28 \cdot X_4^2 + 11,52 \cdot X_1 \cdot X_2 + 21,32 \cdot X_1 \cdot X_3 - 25,51 \cdot X_1 \cdot X_4 + 11,23 \cdot X_2 \cdot X_3 + 12,5 \cdot X_2 \cdot X_4 + 16,3 \cdot X_3 \cdot X_4,$$

- siqilishga mustahkamlik:

$$Y_2 = 2,55 - 1,21 \cdot X_1 - 1,17 \cdot X_2 - 1,24 \cdot X_3 + 0,41 \cdot X_4 + 0,92 \cdot X_1^2 + 0,48 \cdot X_2^2 + 0,13 \cdot X_3^2 + 0,77 \cdot X_4^2 + 0,23 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,14 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0,42 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,32 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0,21 \cdot X_3 \cdot X_4$$

Retsepturani optimallashtirish retsept-texnologik omillarning kompozitsion bog'lovchili avtoklavlanmagan gazobeton xossalari ta'sirining eksperimental statistik modellari mavjud bo'lganda amalga oshirildi, ularning majmui uning sifatini belgilaydi.

2-jadval

Mineral to'ldirgichli avtoklavlanmagan gazobetonning optimallashtirilgan tarkiblari

Mahsulot nomi	Xajmiy zichlik	Sement M400 D20(kg)	Qum Ss=2400 sm ² /gr(kg)	Suv (l)	Alyum. Pudra PAPI (gr)	Qotish tezlashtiruvchisi Na2SO4 (kg)	Kaust soda NaOH (kg)	Min.qo' shimcha MK (kg)	GP (l)
Devorbop blok	500	285	2350	220	545	4,6	3	8,5	2,8
Devorbop blok	600	320	2350	265	545	4,6	3	9,7	3,2
Devorbop blok	700	315	2350	275	545	4,6	3	9,5	3,15

Ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonning ekspluatatsion xususiyatlarini o'rganish

Ekspluatatsion xususiyatlar, masalan, chidamlilik ko'p jihatdan avtoklavlanmagan gazobetonning sovuqqa chidamliligiga bog'liq. Atmosfera

yogʻingarchiligi taʼsirida suvning avtoklavlanmagan gazobeton gʻovaklariga kirib borishi suvni shimish qobiliyati bilan tavsiflanadi. Bu jarayonlarni koʻp darajada gʻovakning zichligi va turlari tavsiflaydi.

Maʼlumki, betonning sovuqqa chidamliligi uning gʻovaklariga suv kirishi bilan bogʻliq. Shu bois betonning suv shimishi, oʻz navbatida, betonning tuzilishi, yaʼni oʻrtacha zichligi va gʻovakligi bilan bogʻliq.



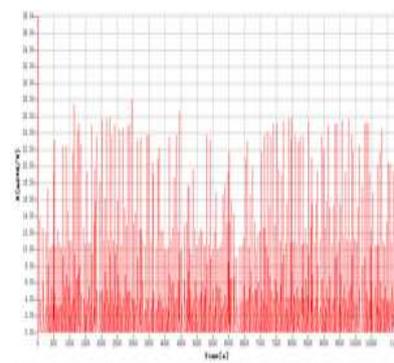
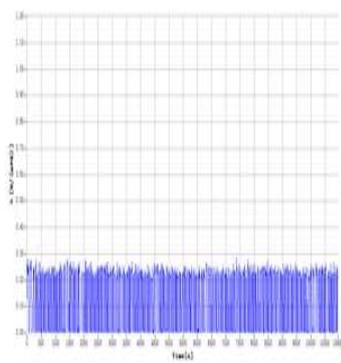
13-rasm. Avtoklavlanmagan gazobetonning nazorat va optimallashtirilgan tarkiblarining suv shimishi va sovuqqa chidamliligini aniqlash

3-jadval

Optimallashtirilgan tarkibning sovuqqa chidamliligi va suv shimish sinovlari natijalari

No	Namuna zichligi, p	R _{siq}	Suvga toʻyin..%	M ₁ quruq	M ₂ Suvga toʻying.	sovuqqa chidaml. sikllar
1	600	2,2	20	6015	7200	15
2	600	3,5	12	6020	6720	35

Issqlik oʻtkazuvchanligi (yoki issqlik oʻtkazishga qarshiligi) - gʻovakli betonlarning issqlik izolyasiya xususiyatlarini baholash imkonini beruvchi asosiy xususiyatlaridan biri.

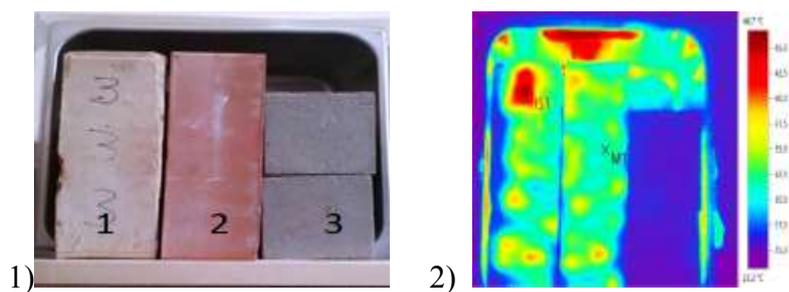


14-rasm Issqlik oʻtkazuvchanligi va issqlik qarshiligi koeffitsientini real vaqtda aks ettirish ossillogrammalari

Issqlik qarshiligi va boshqa issqlik-texnik tavsiflarini oʻlchash uchun statsionar rejimda «yopiq issiq plita» usuli qoʻllaniladi. Avtoklavlanmagan gazobetonning issqlik oʻtkazuvchanligini kompleks sinovdan oʻtkazish uchun oʻlchami 300x300 mm va qalinligi 15 mm boʻlgan namunalar tayyorlandi.

Materialning issqlik oʻtkazuvchanligini aniqlash avtomatik ravishda, real vaqtda, interfeysda sinov vaqti, oʻlchov harorati va quvvati toʻgʻrisidagi maʼlumotlar aks

ettirilgan holda amalga oshirildi. Namunaning issiqlik o'tkazuvchanligi va issiqlik qarshiligini tekshirish natijalari 18 rasmda keltirilgan.



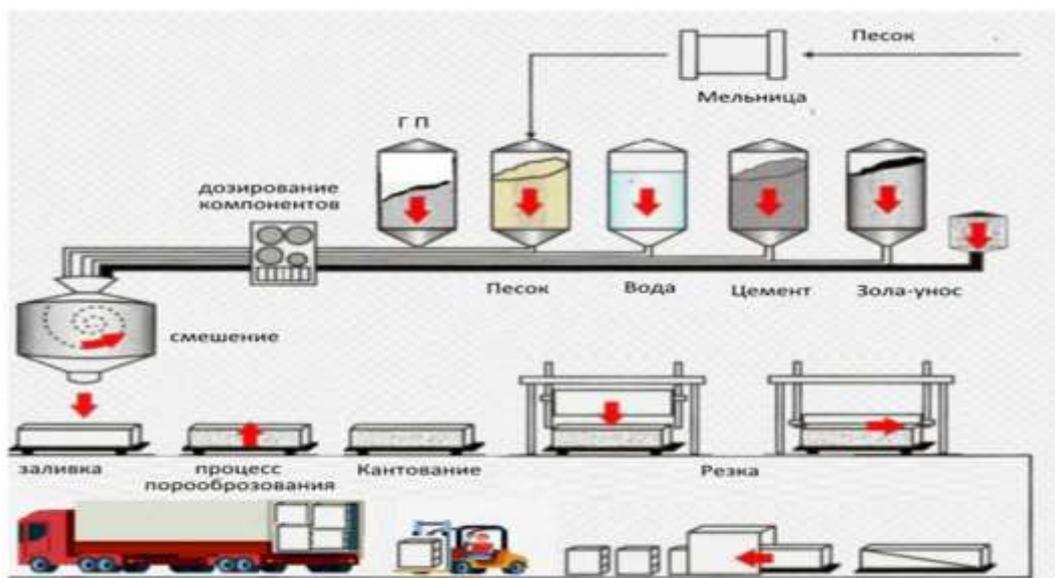
15-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanlikni CEM DT-870 asbobi yordamida o'lchash,
1-pishiq g'isht, 2-bo'shliqli g'isht, 3- D600 markali gazobeton

15-rasmda uchta namunadan CEM DT-870 markali teplovizor sinovi natijalari taqdim etilgan, sinovlar natijalari ushbu materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik darajasini yaqqol ko'rsatadi. O'tkazilgan tadqiqotlardan kelib chiqib, olingan avtoklavlanmagan gazobetonni DAST da ko'rsatilgan issiqlik o'tkazuvchanligi talablariga mos keladi, degan xulosaga kelish mumkin.

«Ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonidan kichik devor bloklari ishlab chiqarishning texnologik tartibini ishlab chiqish va texnik-iqtisodiy asoslash» nomli beshinchi bobda texnologik sxema ishlab chiqilgan va ko'p komponentli avtoklavlanmagan gazobeton tarkibini joriy etishning iqtisodiy samaradorligi hisoblab chiqilgan.

Kompozitsion bog'lovchi asosida avtoklavlanmagan gazobetonlardan kichik devor bloklari ishlab chiqarishning texnologik tartibi 16-rasmda keltirilgan.

Ishlab chiqarish tartibi kompozitsion bog'lovchi va uning asosida avtoklavlanmagan gazobetonni olishni nazarda tutadi. Kompozitsion bog'lovchisini olish quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi: maydalangan qum dozator bunkeriga tushadi, shundan so'ng barcha me'yorlangan komponentlar ishlab chiqilgan texnik yo'riqnomaga muvofiq aralashtirgichda aralashtiriladi.



16-rasm. Kompozitsion bog'lovchi asosida avtoklavlanmagan gazobetonidan kichik devor bloklarini ishlab chiqarishning texnologik tartibi.

Ko‘p komponentli avtoklavlanmagan gazobetonni tajribaviy ishlab chiqarishga joriy etish va ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini hisoblash

“Zarif Xasanov 777” mas’uliyati cheklangan jamiyati korxonasida avtoklavlanmagan gazobetonidan tayyorlangan kichik devor bloklari va kompozitsion bog‘lovchilarning tajriba partiyalari ishlab chiqarilib, ulardan yakka tartibdagi uy-joy qurilishida foydalanildi. Kompozitsion bog‘lovchi asosida avtoklavlanmagan gazobetonning tajriba partiyalarini chiqarish dalolatnomalari ilovalarda keltirildi.

Avtoklavlanmagan gazobeton ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini baholash uchun kompozitsion bog‘lovchida 1m³ avtoklavlanmagan gazobeton tannarxi bo‘yicha qiyosiy tadqiqotlar o‘tkazildi. Bunda gazobeton zichligi va tarkibiy qismlar sarfi siqilishga mustahkamligi bo‘yicha minimal markani ta’minlashni hisobga olgan holda olingan. SHunday qilib, sement qumli gazobetonning zarur mustahkamligini ta’minlash uchun material zichligi D 400,500,600 dan foydalanish kerak.

4-jadval

1 m³ gazobeton uchun material xarajatlari me’yorlari.

Maxsulot nomi	Xajmiy zichl.	Sement M400 D20(kg)	Qum S _s = 2400 sm ² /gr(kg)	Suv (l)	Alyum. Pudra PAPI (gr)	Qotish. tezl. Na ₂ SO ₄ (kg)	Kaust soda NaOH (kg)	Mineral qo‘sh. MK (kg)	GP (l)
Devor bloki	500	285	2400	220	545	4,6	3	8,5	2,8
Devor bloki	600	320	2400	265	545	4,6	3	9,7	3,2
Devor bloki	700	315	2400	275	545	4,6	3	9,5	3,15

1 m³ avtoklavlanmagan ko‘p komponentli gazobetonni ishlab chiqarish xarajatlari kalkulyasiyasi 15% ni tashkil etdi, bunda nuqsonli buyumlar soni sezilarli darajada 95% ga kamaydi.

XULOSALAR

1. Eksperimental tadqiqotlar natijasida optimal sirt yuzasi S_s = 2400 sm²/gr bo‘lgan Qo‘yliq kar‘erining maydalangan qumidan aralashmani tayyorlash uchun to‘ldiruvchi sifatida foydalanish mumkinligi aniqlandi, mikrokremnezyomni bog‘lovchi massasidan 5-10%miqdorida kiritish sement bog‘lovchisini gidratatsiya jarayonlarini intensivlashtirish hisobiga g‘ovaklararo to‘siq hosil bo‘lish jarayonlarini tartibga soladi va mustahkamligini 2,8 Mpa dan 3,2 Mpa gacha oshirish imkonini beradi;

2.Retsept-texnologik omillarni tartibga solish hisobiga avtoklavlanmagan gazobeton samaradorligini oshirish imkoniyati o‘rnatildi, bu esa g‘ovaklararo to‘siq zichligini oshirish imkonini beradi, bu esa fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini oshiradi, shunday qilib aralashmani aralashtirishning maqbul vaqti 1-3 daqiqani tashkil etishi aniqlandi, bunda aralashma harorati esa 50 oS dan past bo‘lmasligi kerak;

3. Mineral va kimyoviy modifikatorli, maydalangan qumdagi avtoklavlanmagan gazobeton tarkibini optimallashtirish imkonini beruvchi matematik model ishlab chiqildi.

4. RFA usuli bilan mikrokremnezyomning bog'lovchilarning mustahkamlik xossalari va gidratatsiyasiga ta'siri o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, dastlabki qotish muddatlarida mineral qo'shimchali kompozitsion bog'lovchi yanada intensiv gidratatsiyalanadi. Bunda, 28 sutkalik qotishda kompleks modifikatsiyalangan bog'lovchili namuna klinker minerallari eng to'liq gidratlanganligini ko'rsatdi; qo'shimchali namunaning mineralogik tarkibi klinker minerallarining maqbul nisbatiga ega bo'ladi.

5. Rasterli ion-elektron mikroskopi yordamida kompozitsion bog'lovchining mikrostrukturasi tekshirildi, natijada kompozitsion bog'lovchining mikrostrukturasi bir xil zich tuzilishga ega ekanligi, uning ustuvor elementi - ignasimon shakldagi kristallogidrat ekanligi aniqlandi; kompozitning butun matritsasi bo'ylab gidrosilikatlarning aniq o'sishi kuzatiladi, bunda teshiklar va bo'shliqlar deyarli yo'q. Bir vaqtning o'zida qo'shimchalarsiz sement toshiga nisbatan kompozitsion bog'lovchi asosidagi namuna kesim yuzalarining rentgenospektral mikrozonadal tahlili o'tkazildi, bunda Ca miqdori kamayishi va Si va Al miqdorinig oshishi kuzatildi.

6. 1 m³ avtoklavlanmagan ko'p komponentli gazobetonni ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi 15 %ni tashkil etgan bo'lsa, nuqsonlari 95 % ga kamaygan

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АБДУЛЛАЕВА ДЖАМИЛЯ ФАЗИЛИДИНОВНА

**НЕАВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН С КОМПЛЕКСНО
МОДИФИЦИРОВАННЫМ ВЯЖУЩИМ**

05.09.05 – “Строительные материалы и изделия”

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2024

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

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

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

Научный руководитель:

Цой Владимир Михайлович

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Кондращенко Валерий Иванович

доктор технических наук, профессор

Сатторов Зафар Мурадович

кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 г. в _____ 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) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - _____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 202 года.
(протокол реестра № _____ от «___» _____ 202 года).

А.И. Адилходжаев

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

У.З. Шермухамедов

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., 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 востребованность диссертационной темы. В мире на современном этапе развития промышленности строительных материалов вопросы энергоэффективности, ресурсосбережения, производство пористых бетонных изделий с высокими эксплуатационными свойствами является одним из важных вопросов. В настоящее время в развитых странах в результате сжигания угля на тепловых электростанциях образуется большое количество отходов. Применение таких отходов при разработке экологически безопасных теплоизоляционных материалов с низкой теплопроводностью и низким энергопотреблением в производстве оказывает положительное воздействие на окружающую среду. В этой связи особое внимание уделяется совершенствованию физико-механических и эксплуатационных свойств неавтоклавного газобетона путём применения минеральных и химических модификаторов.

В мире осуществляются исследовательские работы, направленные на улучшение физических, механических и химических свойств газобетонов, оптимизацию состава, экономию вяжущего компонента, совершенствование технологии производства, повышение пластичности массы, регулирование сроков схватывания газобетона в результате применения различных химических модификаторов и минеральных наполнителей, а также разработка энергосберегающей технологии производства. В этом направлении актуальной задачей исследований является разработка эффективных составов для газобетонных стеновых материалов с улучшенными прочностными свойствами, в том числе с использованием местного сырья. В связи с этим актуальной задачей является разработка нового многокомпонентного неавтоклавного газобетона на основе усовершенствованного вяжущего, устойчивого к различным природным и климатическим воздействиям, способного выдерживать внешние нагрузки и обладающего улучшенными эксплуатационными свойствами, особенно в условиях постоянного увеличения цен на энергоносители.

В нашей республике предпринимаются комплексные меры направленные на внедрение в строительную отрасль производство новых видов строительных материалов, а также ресурсо и энергосберегающих технологий на основе отходов отечественной промышленности, также ведется работа по расширению ассортимента продукции и повышению её конкурентоспособности. В соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» определен ряд задач, которые необходимо решить в сфере «снижения потерь в отраслях промышленности и повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения энергоэффективности»². В рамках реализации этих задач актуальными вопросами являются внедрение инновационных технологий при производстве энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов с использованием местного сырья и промышленных отходов,

² Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

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

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

Степень изученности проблемы. Были изучены и проанализированы научные труды зарубежных ученых Г.П. Сахаров., Л.А.Урханова, Н. Спиратос, Ю.В. Т.А. Шукина, Г.Г. Аминев, С.Ф. Гладких, Е.Н. Леонтьев, В.П. Черных, Я.Б. Якимечко., Й.Ф. Нгуэн Тхан Туан, Хоуст, Чаритх Хератх, О. Ричард, , Али Рушди Ахмед Али, Б. Лотхенбач и другие, проводивших исследования по применению минеральных и химических модификаторов для неавтоклавного газобетона.

Ведущие ученые в области строительных материалов нашей республики - А.И.Адилходжаев, Э.У.Косимов, И.М. Махаматалиев, Н.А.Самигов, А.А.Тулаганов, , М.К.Тохилов, У.А.Газиёв, Х.Х.Комилов, Кандахаров С.И. З.М.Сатторов, и другие, внесли свой вклад в изучении вопросов оптимизации состава, улучшения качества, снижения себестоимости и улучшения структуры и свойств цементных вяжущих с использованием химических добавок и добились определенных достижений и важных научных результатов.

Анализ предыдущих исследований показал, что вопросы применения минеральных наполнителей, химических модификаторов, использование в качестве кремнесодержащих добавок молотых песков, разработка и оптимизация многокомпонентных составов на основе местного сырья, оптимизация технологических параметров производства, а также задачи, направленные на снижение себестоимости стеновых конструкций из неавтоклавного газобетона, уменьшение расхода цементного вяжущего и повышение механической прочности, остаются недостаточно изучены. В связи с этим разработка композиционных материалов на основе местных сырьевых материалов, модифицированных химическими и дисперсными минеральными добавками, представляет собой экономически значимую и технически актуальную задачу.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках международного научно-исследовательского проекта Ташкентского государственного транспортного университета «Развитие частного сектора и консультации по экономической политике в Узбекистане», в частности

"Устойчивое производство строительных материалов" целью которого является поддержка зеленой индустриализации, связывая академические исследования с практическими промышленными решениями. Проект реализуется Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH от имени Федерального министерства экономического сотрудничества и развития Германии (BMZ)" (2024 гг.).

Целью исследования является разработка оптимального состава и технологии получения неавтоклавного газобетона, с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, получаемого на основе композиционного вяжущего и измельченного песка.

Задачи исследования:

разработка композиционного вяжущего для производства неавтоклавного газобетона с использованием минеральных наполнителей различной природы;

определение оптимальной удельной поверхности молотого кварцевого песка для получения неавтоклавного бетона;

оптимизация состава и разработка технологических параметров неавтоклавного газобетона на разработанных композиционных вяжущих;

изучение физико-механических, и эксплуатационных свойств разработанного неавтоклавного газобетона.

Объектом исследования являются комплексно модифицированные неавтоклавные газобетоны с комплексом модифицирующих добавок, состоящих из местных минеральных наполнителей и эффективных пластифицирующих химических добавок.

Предметом исследования является состав, структура и свойства комплексно модифицированных неавтоклавных газобетонов с комплексом модифицирующих добавок, состоящей из местных активных минеральных наполнителей и эффективных пластифицирующих химических добавок.

Методы исследования. Исследования выполнены с использованием стандартизированных методов испытания строительных материалов, физико-химических и математико-статистических методы анализа.

Научная новизна исследования:

впервые на основе «Полиструктурной теории композиционных строительных материалов» Соломатова В.И. обосновано использование дробленого речного песка в качестве кремнеземсодержащего компонента для неавтоклавного конструкционного теплоизоляционного газобетона путем комплексной модификации вяжущего;

-впервые разработан состав неавтоклавного конструкционно-теплоизоляционного газобетона отвечающего требованиям действующих стандартов на основе молотого речного песка, предусматривающий комплексное использование активных минеральных наполнителей: золы уноса - 15%, микрокремнезема- 10%, а так же гиперпластифицирующей добавки MasterGlenium ACE 430 в количестве 1% от массы вяжущего;

-разработана математическая модель прочности композита на сжатие, позволяющая оптимизировать состав неавтоклавного конструкционно-

теплоизоляционного газобетона на основе молотого речного песка и с комплексом минеральных и химических модификаторов;

-разработана технология неавтоклавного конструкционно-теплоизоляционного газобетона с комплексом минеральных и химических модификаторов на основе некондиционного кремнеземсодержащего компонента.

Практические результаты исследования предложены составы композиционных вяжущих для неавтоклавных газобетонов с оптимальным содержанием активных минеральных наполнителей и химических модификаторов использование которых позволило получить экономию цементной составляющей без снижения его прочности на 15%;

разработаны составы неавтоклавных газобетонов, позволяющие изготавливать ячеистый бетон с маркой по средней плотности D500, прочностью на сжатие до 2,7-3 МПа, теплопроводностью до 0,12 Вт/м^{°C} с возможностью его применения в качестве конструкционно- теплоизоляционного материала для возведения ограждающих конструкций;

разработана технология производства комплексно модифицированного неавтоклавного газобетона и изделий на его основе.

Достоверность результатов исследования. Для обеспечения адекватности полученных результатов при проведении экспериментов используются современные приборы и стандартные методики, соответствующие строительным нормам и государственным стандартам. Результаты теоретических и экспериментальных исследований проходили тщательную обработку и адаптацию, что способствовало их успешному внедрению в практическую деятельность.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов диссертационных исследований заключается в изучении теоретических основ разработки модифицированного неавтоклавного газобетона с использованием тонкомолотого песка и усовершенствованного вяжущего, а также в исследовании его физико-механических и физико-химических характеристик.

Практическая значимость диссертационных исследований заключается в том что впервые разработаны составы неавтоклавного газобетона на тонкомолотом песке и модифицированном вяжущем включающий в себя микрокремнезем и гиперпластификатор, разработаны рекомендации по совершенствованию технологии его производства.

Внедрение результатов исследования. на основе исследований по разработке составов и технологий неавтоклавного газобетона со сложным модифицированным вяжущим:

На предприятии ООО "Зариф Хасанов 777" внедрен в производство неавтоклавный газобетон марки D500 по средней плотности с прочностью на сжатие до 2,7-3 МПа, теплопроводностью до 0,12 Вт/м ° C (Справка от ассоциации "Узпромстройматериалы" от 18 ноября 2024 года № 04/15-3513). В результате для жилищного строительства было произведено 10000 шт неавтоклавных стеновых блоков высокого качества, общая экономическая

эффективность внедрения нового состава составила $10000 \text{ штук} * 3000 = 30 \text{ млн сумов}$.

Внедренный в производство на предприятии ООО «Зариф Хасанов 777» (справка от ассоциации «Узпромстройматериалы» от 18 ноября 2024 года № 04/15-3513). неавтоклавный газобетон показал экономическую эффективность производства 1 м^3 неавтоклавного многокомпонентного газобетона 15%, а его дефектность уменьшилась на 95%

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 6 Международных и 2 Республиканских конференциях:

Опубликованность результатов исследования. Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 15 научных публикациях, в том числе в 6 статьях в изданиях, входящих в перечень ВАК

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы из 164 наименований и 2 приложений. Общий объем диссертации 100 страниц машинописного текста

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Современные представления о ячеистом бетоне**» представлен анализ текущего состояния научной проблемы, основанный на статьях и разработках отечественных и зарубежных ученых. Рассмотрены типы и актуальные проблемы производства ячеистых бетонов, описана традиционная технология их производства. Проанализированы исследования по применению минеральных наполнителей различного происхождения в неавтоклавном газобетоне, а также изучены подходы к использованию химических модификаторов. Освещены проблемы и перспективы создания энергоэффективных и ресурсосберегающих блоков из ячеистого бетона. Сформулированы рабочая гипотеза, цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Свойства используемых материалов и методы исследования**» представлены сведения о свойствах применяемых материалов и методах исследования: физико-механических, физико-химических математико- статических для выявления влияния применяемых модификаторов на свойства неавтоклавного газобетона. В научно-исследовательской работе использованы цементы марок ЦЕМ I 42,5Н и ЦЕМ II/АК (Z-I) 42,5 Н

производства АО «Ахангаранцемент», зола-уноса (0,15 мм) АО «Ангренская ТЭС», микрокремнезем (МК-85), газообразователи-алюминиевая пудра, каустическая сода, сульфат натрия и поликарбоксилатный гиперпластификатор фирмы Basf MasterGlenium ACE 430. В данной главе представлены данные об основных свойствах компонентов, определенных в соответствии с международными стандартами.

Основная часть экспериментальных работ по определению свойств газобетона и его сырья были выполнены в лаборатории кафедры «Строительство зданий и промышленных сооружений» - Государственного транспортного университета.

В третьей главе диссертации **«Разработка и оптимизация состава многокомпонентного неавтоклавного газобетона»**

Выбор минеральных наполнителей и изучение физико- механических свойств многокомпонентного неавтоклавного газобетона

Проблема расширения сырьевой базы кремнеземсодержащего компонента для неавтоклавного газобетона стоит очень остро, поскольку местные пески не отвечают требованиям, как по химическому составу, так и по модулю крупности. Известно, что используемые в технологии неавтоклавного газобетона кварцевые пески должны содержать не менее 90% SiO₂ и рекомендуемая удельная поверхность их должна составлять 2000-2500 см²/гр.

В нашем университете под руководством Адылходжаева А.И. и его учениками проведены ряд исследований активности минеральных наполнителей с учетом поверхностно-активных свойств.

В своих работах авторы предложили рассматривать активность минеральных наполнителей, учитывая коэффициент приведенной гидравлической активности - P_{рга}

Согласно предложенной классификации, принятые к исследованию минеральные наполнители по критерию P_{рга} относятся к следующим видам: зола-уноса -сильно активные, микрокремнезем-супер активные. Выбор данных минеральных наполнителей основывался так же на содержании активного SiO₂.

Таблица 1.

Определение оптимальной удельной поверхности песка Куйлюкского карьера

№	цемент	Песок			МК	Зола-уноса	В	ГП	В/Г	Al,%	Na ₂ SO ₄	NaOH	R _{сж}
		S _{уд=12} ₀₀	S _{уд=24} ₀₀	S _{уд=37} ₀₀									
1	1080	816			125 const	150 const	980,5	1	0.454	const	const	const	2,0
2	1080		816				1100,5	1	0.509				2,3
3	1080			816			1165	1	0.539				1,8

В последующих экспериментах в соответствии с табл.1 менялся оптимизируемый компонент а остальные принимались постоянными.

Так же немаловажным фактором в формировании структуры многокомпонентного неавтоклавного газобетона является наполнитель, традиционная технология производства подразумевает использование кварцевого песка с содержанием SiO_2 более 90 %, проведенный анализ используемых песков на производственных предприятиях г.Ташкент выявил следующие недостатки- низкое содержание диоксида кремния и высокий модуль крупности песка. Из-за отсутствия нормативного кремней содержащего наполнителя было принято решение использовать тот же песок что и производители уменьшить при этом его модуль крупности и содержание глинистых и илистых частиц путем измельчения в шаровой мельнице. Результаты исследования прочности неавтоклавного газобетона в зависимости от удельной поверхности песка Куйлюкского карьера представлены на рис.1.

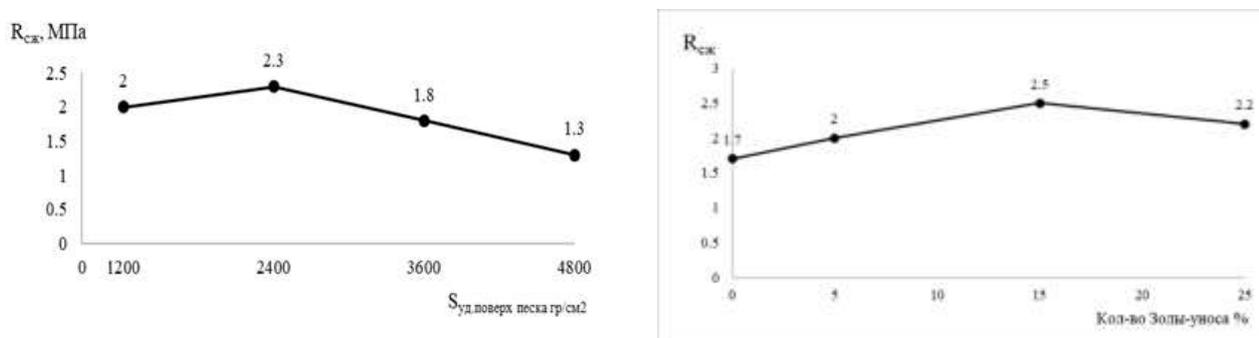


Рис. 1. Влияние прочности неавтоклавного газобетона от удельной поверхности песка Куйлюкского карьера и от содержания Зола-уноса

Анализ полученных данных, показал положительное влияние увеличение удельной поверхности песка на прочность неавтоклавного газобетона, это связано с тем, что при увеличении удельной поверхности увеличивается количество активных центров, а также отсутствие крупных зерен уменьшает дефектность межпоровой перегородки. Таким образом нами было принято решение использовать песок с удельной поверхностью $S_{уд}=2400$ см²/гр.

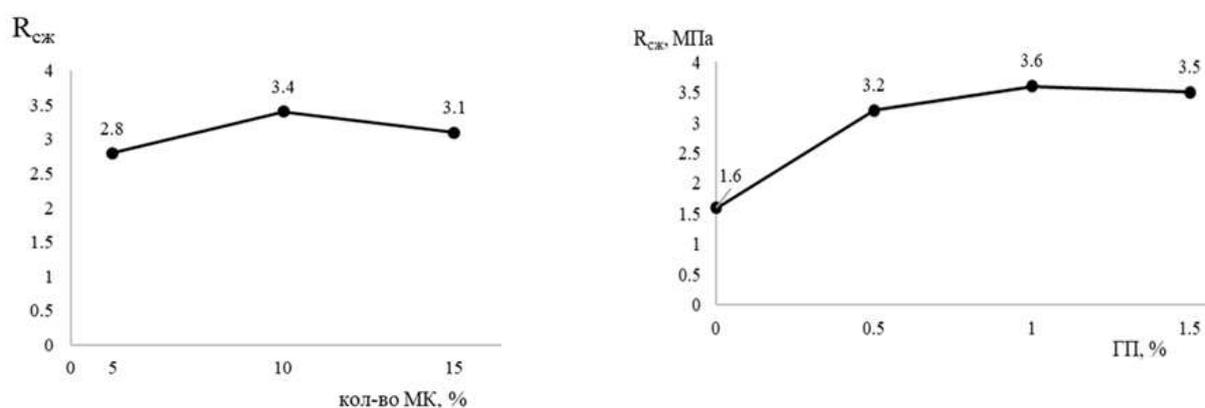


Рис 2. Влияние прочности газобетона от содержания микрокремнезема с удельной поверхностью 8700 гр/см² и ГП.

На втором этапе по оптимизации состава многокомпонентного, вяжущего было изучено влияние активных минеральных наполнителей на прочностные свойства неавтоклавного газобетона. Результаты представлены на рис.2

Анализ результатов показал, что введение золы-уноса в количестве 15% от массы цемента увеличивает прочность неавтоклавного газобетона. Это по всей видимости объясняется тем, что активность наполнителя с высоким содержанием диоксида кремния положительно влияют на физико-механические характеристики неавтоклавного газобетона, дальнейшее увеличение количества приводит к снижению прочности это объясняется существенным повышением В/Т отношения. Полученные результаты прочности неавтоклавного газобетона показывает, что введение микрокремнезема в количестве 5-10% от массы вяжущего позволяет повысить прочность с 2,8 Мпа до 3,2 Мпа.

Введение в цементную систему микрокремнезема существенно изменяет характер кристаллизации гидратных фаз, увеличением дозировки микрокремнезема и содержания в нем SiO₂ возрастает степень гидратации портландцемента. Увеличение содержания низкоосновных гидрасиликата кальция в результате химического взаимодействия микрокремнезема с портландцементом приводит к повышению прочности цементного камня, однако было замечено, что с увеличением содержания активной минеральной добавки увеличивается расход воды. В связи с этим на следующем этапе проведения экспериментальных исследований нами был проанализирован существующий перечень суперпластификаторов и гиперпластификаторов. При выборе которого мы опирались на два фактора это водоредуцирующий эффект, и увеличение скорости набора прочности. Наиболее подходящим гиперпластификатором на наш взгляд является ГП фирмы Basf MasterGlenium 430. Результаты оптимального содержания данного гиперпластификатора с состава неавтоклавного газобетона представлены рис. 2.

Улучшение структуры межпоровой перегородки неавтоклавного газобетона напрямую зависит от В/Т, поэтому применение гиперпластификаторов является неотъемлемой частью структурообразования неавтоклавного газобетона.

Введение 1% гиперпластификатора приводит к значительным изменениям прочности, дальнейшее увеличение содержания гиперпластификатора не приводит к значительным показателям, в связи с этим считается не целесообразным, более того избыток гиперпластификатора приводит к экранирующему эффекту, что замедляет процесс гидратации цементного камня, что отрицательно сказывается на структуре образования пористой системы неавтоклавного газобетона.

Применение гиперпластификаторов улучшают пластичность, сокращают время твердения, удерживают воду, активируют цементные зерна увеличивая вяжущие свойства.

Технология изготовления неавтоклавного газобетона имеет очень сложный многоступенчатый характер. Качество неавтоклавного газобетона зависит не только от рецептурных факторов, но и от технологических. Получение пористой структуры является основой хорошей теплоизоляции, регулирование процессами вспучивания происходит за счет двух компонентов, таких как

алюминий и щелочь. Алюминиевая пудра представляет собой высокодисперсные частицы алюминия. При взаимодействии с щелочью возникает на поверхности частицы алюминия пузырек воздуха, который в процессе увеличивается в объеме, регулирование объема полученного газа и закрепление в результате полученной пористости неавтоклавнога газобетона является основной технологической задачей.

Результаты по определению оптимального содержания алюминиевой пудры, щелочи и сульфата натрия в качестве ускорителя твердения представлены на рис.3

Результаты представлены в виде графической зависимости рис.3.

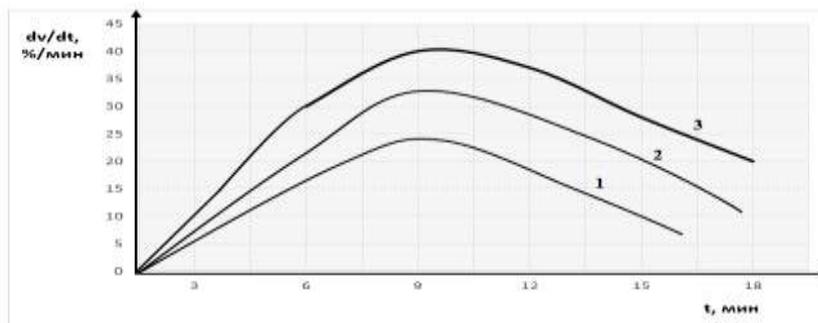


Рис. 3. Влияние содержания Al и NaOH на кинетику газобетонной смеси.

Наиболее значительный эффект вспучивания газобетонной смеси оказался у составов 2 и 3. Достаточным для необходимой плотности газобетона является состав №2, где содержание алюминиевой пудры 1,5% и щелочи 1,5% от массы твердого вещества.

Регулирование процессов вспучивания имеет многогранный характер и зависит от множества факторов. Для предотвращения проседания усадки вспученной массы и созданию равномерно пористой структуры с более плотными межпоровыми перегородками, необходимо использовать ускорители твердения. В нашем случае был выбран сульфат натрия, механизм действия которого заключается в том, что при взаимодействии с продуктами гидратации цемента гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ сульфат натрия Na_2SO_4 образует двухводный гипс, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, это ускоряется процесс выкристаллизации новообразований из цементного геля.

Результаты представлены в виде графической зависимости на рис.4-5

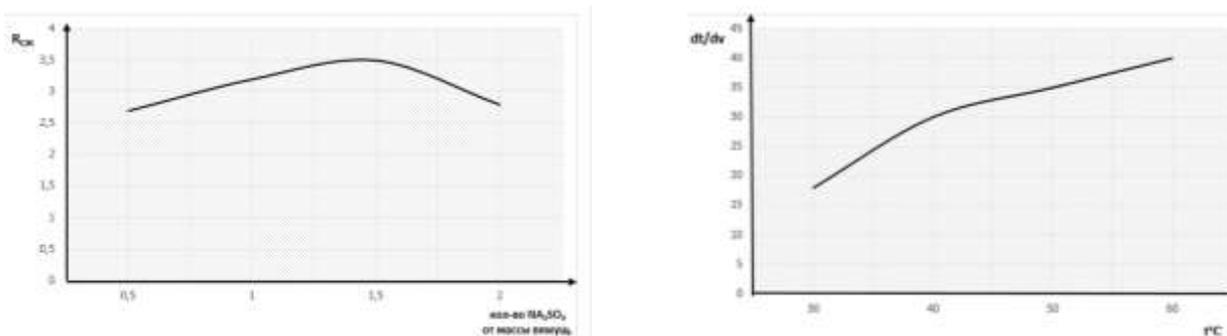


Рис.4 Влияние прочности неавтоклавнога газобетона от содержания сульфата натрия и температуры смеси

Анализ полученных результатов показывает, что оптимальное содержание Na_2SO_4 для многокомпонентного вяжущего находится в пределах (1%). Дальнейшее увеличение содержания Na_2SO_4 приводит быстрому набору прочности, что отрицательно сказывается на процесс вспучивания. Содержания 1% позволяет набрать 30-35% увеличения объема при этом зафиксировав процесс вспучивания, не давая тем самым возникнуть усадке, что приводит к ухудшению структуры неавтоклавного газобетона.

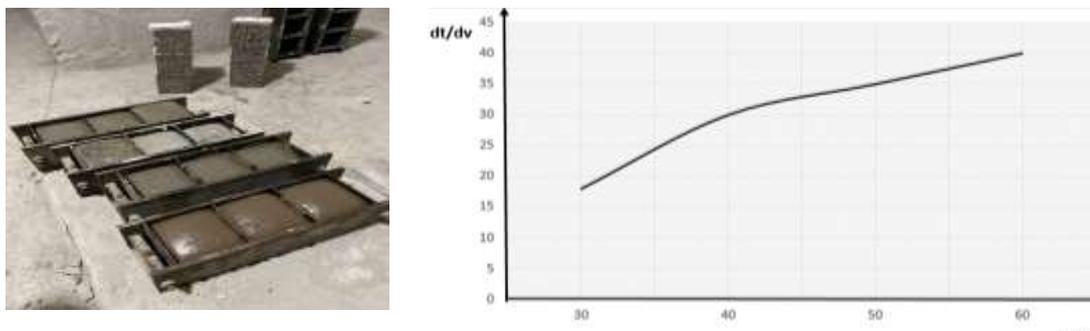


Рис.5. Влияние времени перемешивания на увеличение объема газобетонной смеси.

В процессе исследования композиционного вяжущего на физико-механические и эксплуатационные свойства неавтоклавного газобетона также оптимизированы технологические параметры приготовления газобетонной смеси. Оптимальная температура смеси, при которой происходит интенсивное газовыделение оказалось $50-55^\circ\text{C}$.

На интенсивность газообразования и равномерность распределения образовавшегося газа влияет фактор перемешивания, установлено что механизированный способ перемешивания в течении трех минут дает лучшие показатели вспучивания и распределения газа в объёме.

Исследование процессов структурообразования многокомпонентного неавтоклавного газобетона

Исследование влияния добавок, содержащих кремнезем, на структуру композиционных вяжущих представляет важный интерес как с научной, так и с практической точки зрения. Физико-механические характеристики цементного камня напрямую зависят от состава, степени кристаллизации гидратных новообразований и пористой структуры, которая определяет микроструктуру затвердевшего материала.

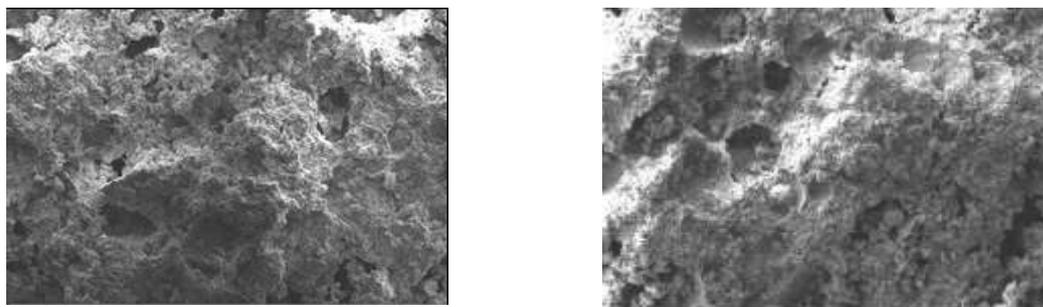


Рис. 6. Микрофотографии поверхности излома бездобавочного цементного камня, полученные в возрасте 28 суток

На рисунке 6 представлены микрофотографии поверхности излома цементного камня без добавок. Как видно, он состоит из отдельных блоков-агрегатов, сформированных слоями чешуйчатых поликристаллов, для которых характерна четкая параллельная слоистость. Плоскость скола проходит между чешуйками, образующими слой.

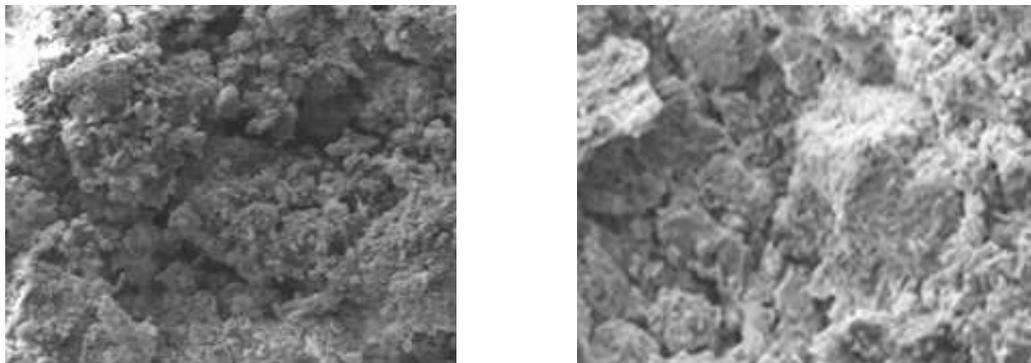


Рис. 7. Микрофотографии поверхности излома многокомпонентного цементного вяжущего, полученные в возрасте 1 суток

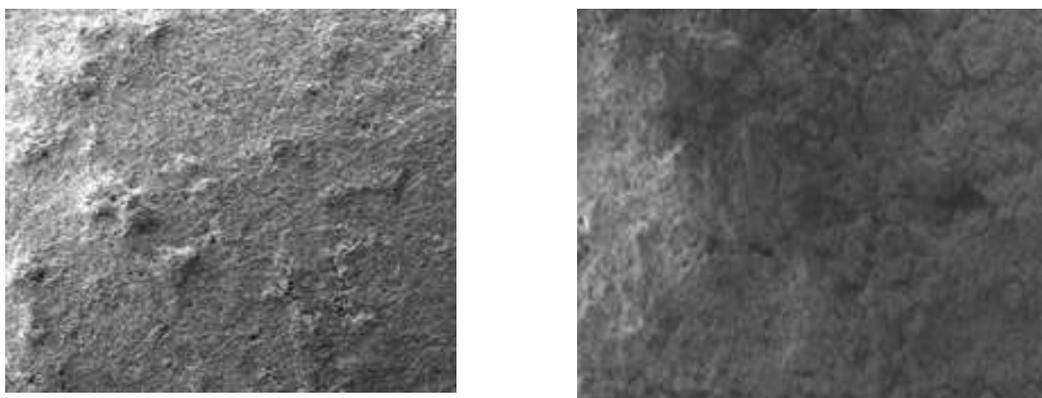


Рис. 8. Микрофотографии поверхности излома многокомпонентного цементного вяжущего, полученные в возрасте 28 суток

В образцах композиционных вяжущих на стадии 1-суточного твердения (рис. 7) микроструктура цементного камня характеризуется рыхлой матрицей без новообразований с ярко выраженными кристаллическими формами. В возрасте 28 суток (рис. 8.) микроструктура матриц представлена преимущественно плотной массой и мелкозернистой фазой, основными элементами которой являются игольчатые кристаллогидраты.

Одновременно проводился рентгенофазовый анализ бездобавочного цементного камня и композиционных вяжущих с различными кремнеземсодержащими добавками. Результаты исследований представлены на рис. 9

На дифрактограмме бездобавочного цементного камня присутствуют линии основных гидратов: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гидросиликатов Ca типа CSH, гидроалюминатов Ca.

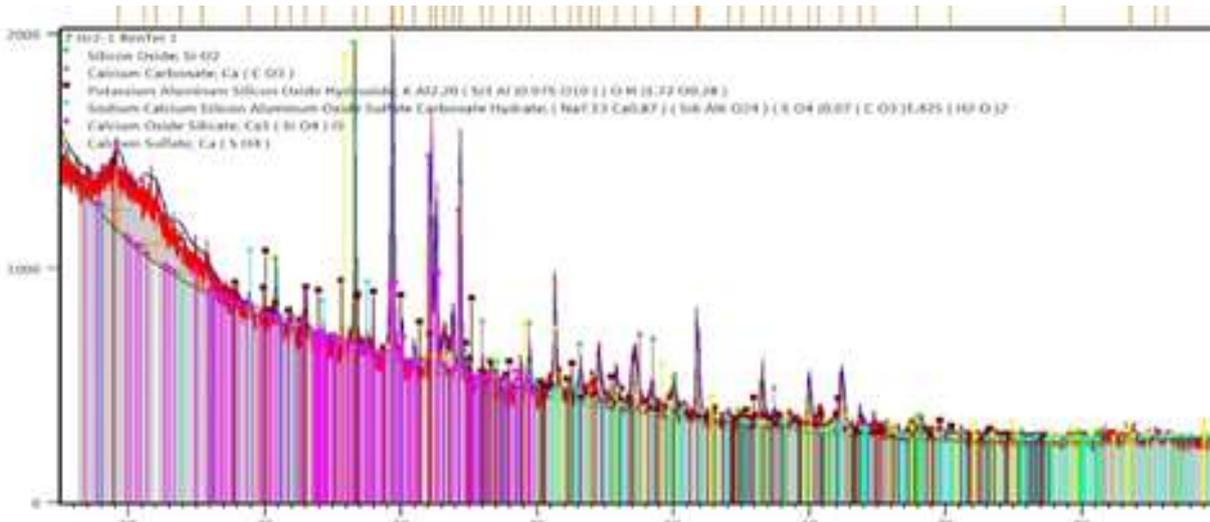


Рис.9. Дифрактограммы бездобавочного цементного камня в возрасте 28 суток

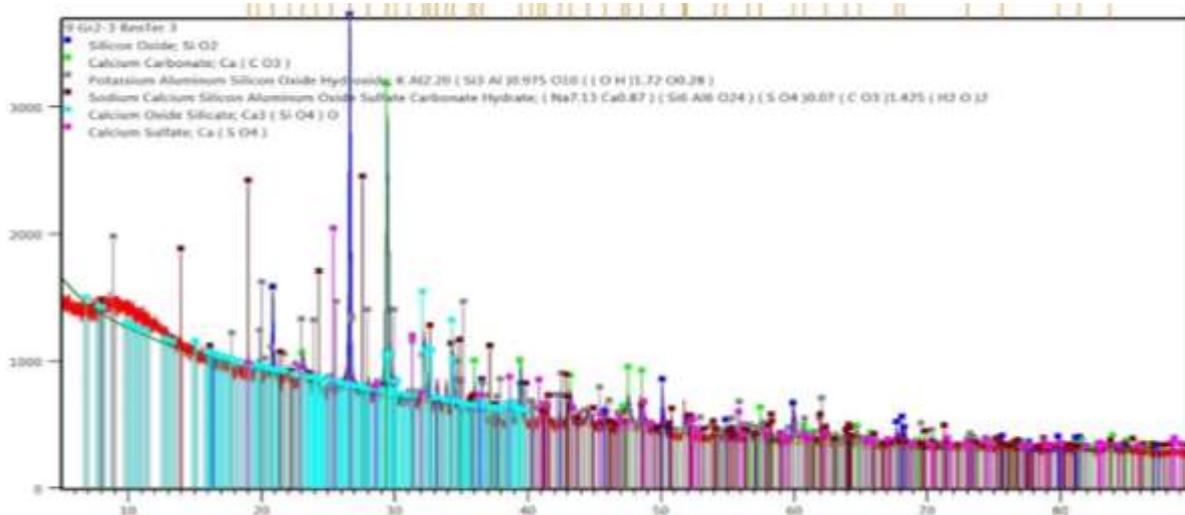


Рис.10. Дифрактограмма многокомпонентного вяжущего в возрасте 28 суток

Анализ результатов полученных данных свидетельствуют, что в начальные сроки твердения более интенсивно гидратирует композиционное вяжущее с добавкой микрокремнезема.

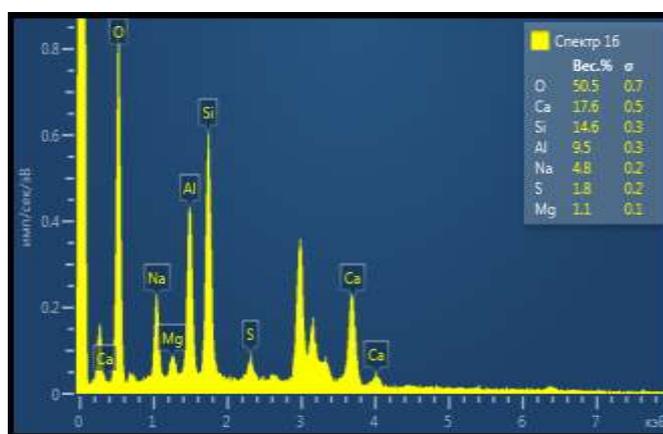
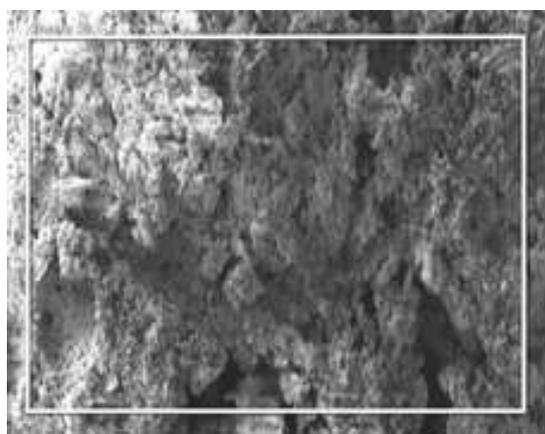


Рис.11 Анализ поверхности скола цементного камня в возрасте 28 суток

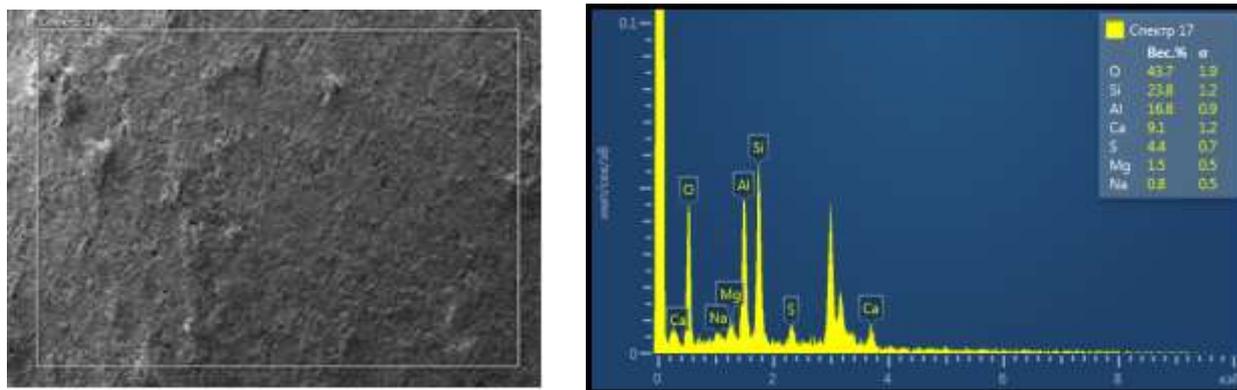


Рис.12. Анализ поверхности скола композиционного вяжущего с в возрасте 28 суток

Образец с добавкой микрокремнезема в 28 сут твердения показал лучшее усвоение аморфной составляющей с наиболее полной гидратацией клинкерных минералов; минералогический состав образца с добавкой перлита имеет оптимальное соотношение клинкерных минералов.

Одновременно для изучения распределения основных элементов (Ca, Si, Al, Fe и др.) проводился рентгеноспектральный микрозондовый анализ поверхности скола цементного камня и композиционных вяжущих с микрокремнеземом (рис. 11-12).

Спектральный анализ показывает закономерное уменьшение Ca и одновременное количественное: повышение содержания; Si и Al в цементном и камне на основе композиционных вяжущих, по сравнению с бездобавочным цементным камнем. Основными элементами являются O, Si, Ca, Al, следовательно, в процессе гидратации образуются оксиды SiO_2 , CaO; Al_2O_3 . Содержание CaO в бездобавочном цементном камне больше, чем в цементном камне на основе КВ при этом содержание CaO в композиционном вяжущем уменьшается.

В четвертой главе **«Разработка и оптимизация технологии многокомпонентного неавтоклавногазобетона»** был оптимизирован состав и изучены эксплуатационные свойства производства многокомпонентного неавтоклавногазобетона.

При проведении экспериментов все факторы (входные параметры: X_1 - В/Т, X_2 - количество щелочи, X_3 - количество алюминиевой пасты, X_4 - минеральный наполнитель варьировали на трех уровнях - основном (0), нижнем (-1) и верхнем (+1) с интервалом варьирования. Факторы, не вошедшие в план эксперимента, приняты постоянными. Эксперименты в зависимости от четырех факторов и условий решаемой задачи проводились по плану В4

С учетом вышеизложенного, получена математическая модель зависимости выходных параметров (средней плотности и прочности на сжатие) от исследуемых факторов:

средняя плотность:

$$Y_{cp} = 283,02 - 27,22 \cdot X_1 - 11,57 \cdot X_2 - 175,21 \cdot X_3 + 57,15 \cdot X_4 + 54,7 \cdot X_1^2 + 121,78 \cdot X_2^2 + 64,48 \cdot X_3^2 + 55,28 \cdot X_4^2 + 11,52 \cdot X_1 \cdot X_2 + 21,32 \cdot X_1 \cdot X_3 - 25,51 \cdot X_1 \cdot X_4 + 11,23 \cdot X_2 \cdot X_3 + 12,5 \cdot X_2 \cdot X_4 + 16,3 \cdot X_3 \cdot X_4,$$

- прочность на сжатие:

$$Y_{сж} = 2,55 - 1,21X_1 - 1,17X_2 - 1,24X_3 + 0,41X_2 + 0,92X_{12} + 0,48X_{22} + 0,13X_{32} + 0,77X_{42} + 0,23X_{1X2} + 0,12X_{1X3} - 0,14X_{1X4} + 0,42X_{2X3} + 0,32X_{2X4} + 0,21X_{3X4}$$

Оптимизация рецептуры проведена при наличии экспериментально статистических моделей влияния управляющих рецептурно-технологических факторов на свойства неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем, совокупность которых определяет его качество.

Таблица 2.

Оптимизированные составы неавтоклавного газобетона с минеральным наполнителем

Наименование изделия	Объем.плотн	Цемент М400 Д20(кг)	Песок Су _д = 2400 см ² /гр(кг)	Вода (л)	Алюм. Пудра ПАП (гр)	Ускор. Тверд Na ₂ SO ₄ (кг)	Кауст сода NaOH (кг)	Мин.добавка МК (кг)	ГП (л)
Стеновой блок	500	285	2350	220	545	4,6	3	8,5	2,8
Стеновой блок	600	320	2350	265	545	4,6	3	9,7	3,2
Стеновой блок	700	315	2350	275	545	4,6	3	9,5	3,15

Изучение эксплуатационных свойств многокомпонентного неавтоклавного газобетона

Эксплуатационные характеристики такие как долговечность во многом зависят от морозостойкости неавтоклавного газобетона. Проникновение под воздействием атмосферных осадков воды в поры неавтоклавного газобетона характеризуется способностью водопоглощения. Плотность и виды пор в значительной степени характеризуют эти процессы.

Как известно морозостойкость бетона связана с проникновением в его поры воды. Поэтому особое значение для долговечности бетона имеет его водопоглощение, которое, в свою очередь, связано со структурой бетона, а именно, с его средней плотностью и пористостью.



Рис.13 Определение водопоглощения и морозостойкости контрольных и оптимизированных составов неавтоклавного газобетона

Таблица 3.

Результаты испытания на морозостойкость и водопоглощения оптимизированного состава

№	Плотность образца, ρ	R _{сж}	Водопог. %	M1 сухого	M2 водонасыщенного	Морозостойкость циклы
1	600	2,2	20	6015	7200	15
2	600	3,5	12	6020	6720	35

Теплопроводность (или тепловое сопротивление) - одна из ключевых характеристик ячеистых бетонов, позволяющая оценить их теплоизоляционные свойства. В связи с растущим интересом к энергоэффективности зданий в последние годы всё чаще возникает необходимость в точном определении теплотехнических параметров строительных материалов.

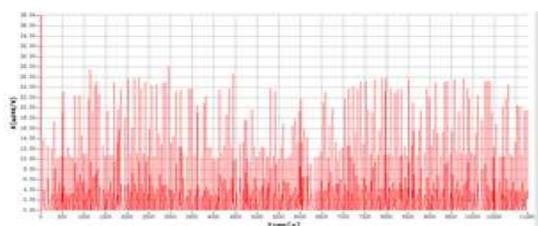
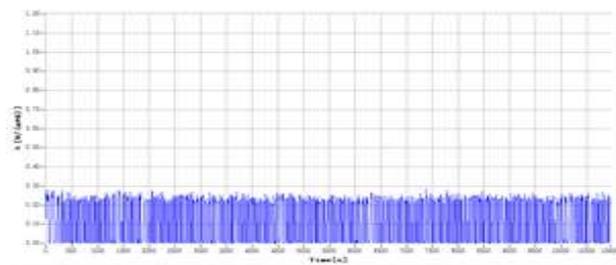


Рис.14 Осциллограммы отображения коэффициента теплопроводности и термического сопротивления в реальном времени

Для измерения теплового сопротивления и других теплотехнических характеристик листовых материалов применяется метод «закрытой горячей плиты» в стационарном режиме. Для комплексного испытания теплопроводности неавтоклавного газобетона были изготовлены образцы размерами 300x300 мм и толщиной 15 мм. Определение теплопроводности материала производилось автоматически, в реальном времени с отображением в интерфейсе данных о времени испытания, температуре и мощности измерения. Результаты исследования теплопроводности и термического сопротивления образца приведены на рис. 14.

По результатам испытания было определено, что коэффициент теплопроводности образца составил $0,150 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, а термическое сопротивление теплопередаче образца составил $0,144 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

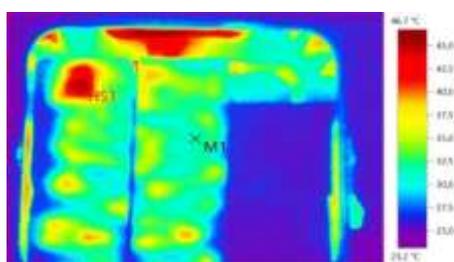


Рис. 15. Измерение теплопроводности тепловизором марки СЕМ DT-870 1-кирпич жённый, 1- кирпич пустотелый, 2- газобетон марки D600

На рис. 15 представлены результаты испытания тепловизором марки СЕМ DT-870 трех образцов, результаты испытаний наглядно показывают степень теплопроводности данных материалов. Исходя из проведенных исследований можно сделать вывод, что полученный неавтоклавный газобетон соответствует стандартам по теплопроводности заявленными в ГОСТ.

В пятой главе «Разработка технологической схемы производства и технико-экономическое обоснование блоков мелких стеновых из многокомпонентного неавтоклавного газобетона» в данной главе разработана технологическая схема и подсчитана экономическая эффективность внедрения многокомпонентного состава неавтоклавного газобетона.

Технологическая схема производства блоков мелких стеновых из неавтоклавных газобетонов на композиционном вяжущем представлена на рис. 16.

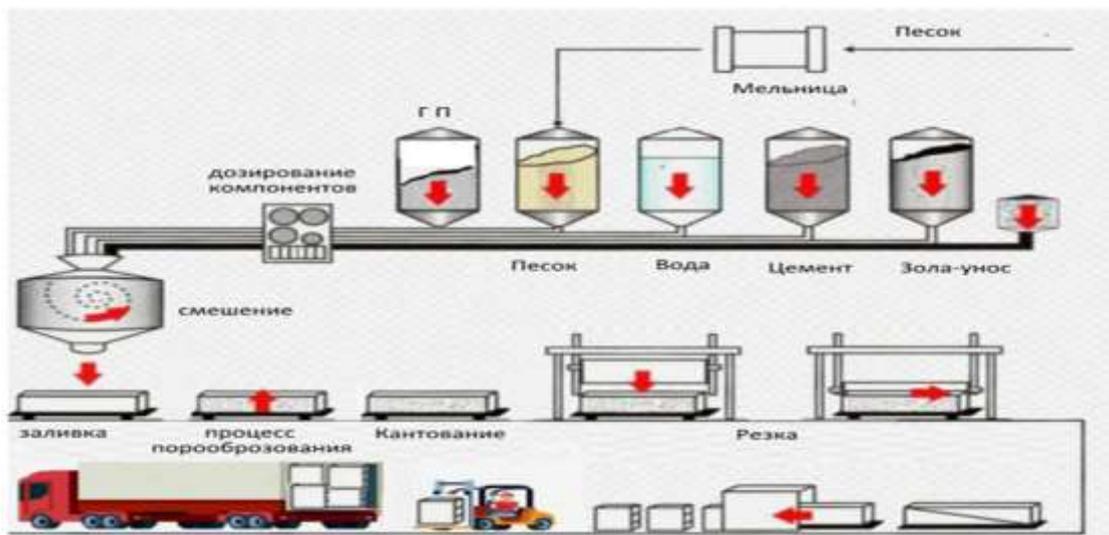


Рис. 16. Технологическая схема производства блоков мелких стеновых из неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем.

Схема производства предусматривает получение композиционного вяжущего и неавтоклавного газобетона на его основе. Получение композиционного вяжущего осуществляется по следующей схеме: измельченный песок попадает в бункер дозатор, после чего все отдозированные компоненты согласно разработанной технической инструкцией перемешиваются в смесителе.

Опытно-промышленные испытания и расчет экономической эффективности производства многокомпонентного неавтоклавного газобетона

На предприятиях ООО «Зариф Хасанов 777», были выпущены опытные партии композиционных вяжущих и блоков мелких стеновых из неавтоклавного газобетона на их основе, которые были использованы в индивидуальном жилищном домостроении. Акты выпуска опытных партий неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем представлены в приложении.

Для оценки экономической эффективности производства неавтоклавного газобетона были проведены сравнительные исследования себестоимости 1 м³ неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем. При этом плотность газобетона и расход составляющих компонентов брали с учетом обеспечения минимальной марки по прочности при сжатии. Так для обеспечения необходимой прочности цементно-песчаного газобетона необходимо использовать плотность материала D 400,500,600.

Нормы расходов материала на 1 м³ газобетона

Наименов. изделия	Объем. Плотн.	Цемент М400 Д20(кг)	Песок S _{уд} =2400 см ² /гр(кг)	Вода (л)	Алюм. Пудра ПАП (гр)	Ускор. Тверд Na ₂ SO ₄ (кг)	Кауст сода NaOH (кг)	Мин.добавка МК (кг)	ГП (л)
Стеновой блок	500	285	2400	220	545	4,6	3	8,5	2,8
Стеновой блок	600	320	2400	265	545	4,6	3	9,7	3,2
Стеновой блок	700	315	2400	275	545	4,6	3	9,5	3,15

Калькуляция затрат на производство 1 м³ неавтоклавного многокомпонентного газобетона показала экономический эффект которого составил 15%, при значительном снижении количества бракованных изделий на 95%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате экспериментальных исследований установлено, что в качестве заполнителя для приготовления смеси можно использовать молотый песок Куйлюкского карьера с оптимальной удельной поверхностью S_{уд} = 2400 см²/гр, установлено, что введение микрокремнезема 5-10% от массы вяжущего позволяет регулирующих процессы структурообразования межпоровой перегородки за счет интенсификации процессов гидратации цементного вяжущего и повысить прочность с 2,8 Мпа до 3,6 Мпа;

2. Установлена возможность повышения эффективности неавтоклавного газобетона за счет регулирования рецептурно- технологических факторов позволяющая увеличить плотность межпоровой перегородки, что способствует повышению физико-механических и эксплуатационных характеристик, таким образом установлено что оптимальное время перемешивание смеси составило 1-3 мин, а температура смеси не должна быть ниже 50 °С;

3. Разработана математическая модель позволяющая оптимизировать составы неавтоклавного газобетона на молотом песке с минеральными и химическими модификаторами.

4. Изучено методом РФА влияние микрокремнезема на прочностные свойства вяжущих и гидратацию клинкерных минералов. Результаты свидетельствуют, что в начальные сроки твердения более интенсивно гидратирует композиционное вяжущее с минеральной добавкой. При этом, образец с комплексно модифицированным вяжущем в 28 сут твердения показал лучшее усвоение аморфной составляющей с наиболее полной гидратацией клинкерных минералов; минералогический состав образца с добавкой имеет оптимальное соотношение клинкерных минералов.

5. Проведены исследования микроструктуры композиционного вяжущего с помощью растрового ионно-электронного микроскопа, в результате чего установлено, что микроструктура композиционного вяжущего имеет однородную плотную структуру, преобладающий ее элемент - кристаллогидрат игольчатой формы; отмечается четкое проращение гидросиликатов по всей

матрице композита, при этом практически отсутствуют поры и пустоты. Одновременно проводился рентгеноспектральный микрозондовый анализ поверхности скола образцов на композиционном вяжущем, который показал закономерное уменьшение Са и одновременное количественное повышение содержания Si и Al в цементном камне на основе композиционного вяжущего по сравнению с бездобавочным цементным камнем.

6. Установлено, что экономическая эффективность производства 1 м³ неавтоклавного многокомпонентного газобетона составила 15%, при значительном снижении количества бракованных изделий на 95%.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

ABDULLAEVA DJAMILYA FAZILIDINOVNA

**NON-AUTOCLAVE AERATED CONCRETE WITH COMPLEXLY
MODIFIED BINDER**

05.09.05 – “Building materials and products”

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

Tashkent – 2024

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number

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

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.tstu.uz) and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor: **Soy Vladimir Mixaylovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Kondraschenko Valeriy Ivanovich**
doctor of technical sciences, professor
Sattorov Zafar Muradovich
candidate of technical sciences, professor

Leading organization: **Namangan Civil Engineering Institute**

The defense will be take place on «__» _____ 2025 at __ o'clock 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: (+99871) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz.

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information-Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registered number №. ____). (Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan,1. Phone: (+99871) 299-05-66)

Abstract of the dissertation was distributed on «_____» _____ 202 year.

(mailingrecort № . ____ on «_____» _____ 202 year.).

A.I. Adilkhodjayev
Chairman of 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, professor

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

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The purpose of the study is to develop the composition and technology for producing non-autoclaved aerated concrete based on a composite binder and crushed sand with improved physical, mechanical and operational characteristics.

Tasks of the research: to develop of a composite binder for the production of non-autoclaved aerated concrete using mineral fillers of various natures;

determination of the optimal specific surface area of ground quartz sand for obtaining non-autoclaved concrete;

optimization of the composition and development of process parameters for non-autoclaved aerated concrete based on the developed composite binders;

study the physical, mechanical, physical and mechanical and operational properties of the developed non-autoclaved aerated concrete.

The object of the study is complexly modified non-autoclaved aerated concrete with a complex of modifying additives consisting of local mineral fillers and effective plasticizing chemical additives.

The subject of the study is the composition, structure and properties of complexly modified non-autoclaved aerated concrete with a complex of modifying additives consisting of local active mineral fillers and effective plasticizing chemical additives.

The scientific novelty of the study is as follows:

-for the first time, on the basis of the "Polystructural Theory of Composite Building Materials" by V.I. Solomatov, the use of crushed river sand as a silica-containing component for non-autoclave structural heat-insulating aerated concrete by complex modification of binder was justified;

- for the first time, a composition of non-autoclave structural and heat-insulating aerated concrete has been developed that meets the requirements of existing standards based on ground river sand, providing for the integrated use of active mineral fillers: fly ash -15%, microsilica - 10%, as well as MasterGlenium ACE 430 hyperplasticizing additive in an amount of 1% of the weight of the binder;

- a mathematical model of the compressive strength of the composite has been developed, which allows optimizing the composition of non-autoclave structural and heat-insulating aerated concrete based on ground river sand and with a complex of mineral and chemical modifiers;

- the technology of non-autoclave structural-heat-insulating aerated concrete with a complex of mineral and chemical modifiers based on an off-spec silica-containing component has been developed.

Implementation of the research results.

Introduced into production at the enterprise LLC "Zarif Khasanov 777" (certificate from the association "Uzpromstroyaterialy" dated November 18, 2024 No. 04/15-3513). As a result, the economic efficiency of the production of 1 m³ of non-autoclave multicomponent aerated concrete was 15%, and its defects were reduced by 95%. As a result, 10,000 pieces of non-autoclave wall blocks of high quality were produced for housing construction, the total economic efficiency of introducing the new composition was 30 million soums.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references from 164 titles and 2 appendices. The total volume of the dissertation is 100 pages of typewritten text.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1.Soy Vladimir, Mukhammadiev Ne'matjon, Abdullayeva D.F. Study of the influence of the specific surface of river aggregate on the structure formation of non-autoclaved aerated concrete // Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации. №3 2024, 142-147стр (05.00.00; №11)

2. Soy V.M., Turgaev J.A., Abdullayeva D.F. Multi-component concrete with micro-silica and modified hydrophobizer //Science and Education in Karakalpakstan. 2021 №3 ISSN 2181-9203, 59-63p (O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Tartib-qoida komissiyasi qarori 24.05.2017 y., №5/2.)

3.Turgaev J.A., Abdullayeva D.F. On regulation of the structure formation of cement stone with micro-silica and a modified hydrophobizer //Science and Education in Karakalpakstan. 2021 №3 ISSN 2181-9203, 81-87p (O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Tartib-qoida komissiyasi qarori 24.05.2017 y., №5/2.)

4.Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф., Беккулов В.К. Опыт использования дробленного речного песка при производстве неавтоклавного газобетона The scientific journal of vehicles and roads. – 2024. – № – С. 63-65 (Ўзбекистон республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2020 йил 30 июлдаги 01-10/1103-сонли хати)

5. Soy Vladimir, Mukhammadiev Ne'matjon, Abdullayeva D.F. Research of the influence of silica containing additives on the structure of non-autoclave aerated concrete.//Young specialist 2023. – №2(19). – 43-49 b. (Scientific Journal Impact Factor = 4.64).

6.Soy Vladimir, Mukhammadiev Ne'matjon, Abdullayeva D.F. Production history and distinguishing properties of non-autoclave aerated concrete// Young specialist, 2023. – №2(18). – 45-49b. (Scientific Journal Impact Factor = 4.64).

II bo'lim (II часть; II part)

7. Soy Vladimir, Abdullayeva D.F. Influence of silica-containing additives on structure formation of composite cement binder for non-autoclaved aerated concrete. 5th International Scientific Conference on Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, CONMECHYDRO 2023 Tashkent, April 2023.

8. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф. Об актуальности применения газобетона в современном строительстве. Zamonaviy qurish materiallari va buyumlarini ishlab chiqarishda fan, ta'lim va ishlab chiqarish korxonalari integrasiyasini takomillashtirishning yechimlari xalqaro miqyosdagi ilmiy-texnik koferensiya materiallari to'plami, Samarqand sh. oqyabr 2022, 196-197 bet

9. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф. Исследование влияния кремнеземсодержащих добавок на структуру композиционных вяжущих. Курилишда инновациялар, бинарлар ва иншоотларнинг сеймик хавфсизлиги Халқаро микёсидаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами, Наманган шаҳри, 14 декабрь, 2023 йил, 567-673 б

10. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф. Влияние кремнеземсодержащих добавок на структурообразование композиционного цементного вяжущего для неавтоклавного газобетона. Yangi O'zbekiston: ilm qaldirg'ochlari - 2024 talabalarning III-xalqaro anjumani materiallar to'plami-Jizzax: 18-may 2024yil.148-152b

11. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф., Даулетова Ф. Исследование физико-механических свойств неавтоклавного газобетона с использованием микрокремнезема в качестве активной добавки 2023: International Conference on Research Identity, Value and Ethics (USA)306-310p.

12. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф., Даулетова Ф. Исследование физико-механических свойств неавтоклавного газобетона с использованием золы уноса в качестве активной добавки 2023: International Conference on Research Identity, Value and Ethics (USA) 292-296 p.

13. Абдуллаева Д.Ф., Уралова М. О комплексно-модифицированном вяжущем для неавтоклавного газобетона. Ilm - fan ta'limda innovatsion yondashuvlar, muammolar, taklif va yechimlar respublika ilmiy ommabop onlayn konferensiya Tom- 1. 2022- yil.

14. Цой В.М., Абдуллаева Д.Ф., Даулетова Ф. Об технологии получения неавтоклавного газобетона. Ilm - fan ta'limda innovatsion yondashuvlar, muammolar, taklif va yechimlar respublika ilmiy ommabop onlayn konferensiya Tom- 1. 2022- yil.

15. Soy V.M., Abdullayeva D.F., Uralova M.Sh. Methods for forming the porous structure of cellular concrete. Journal on orange technology Vol. 4, Issue 10, October 2022, 69-71p. (CrossRef; №35)

Avtoreferat “TDTU xabarnomasi” 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 garniturasida

Shartli bosma tabog‘i: 3 b.t. Adadi: 60 nusxa. Buyurtma _____

Nashrga ruxsat etildi: ____ 2024 y.

Toshkent davlat transport universiteti bosmaxonasida chop etilgan.

Bosmaxona